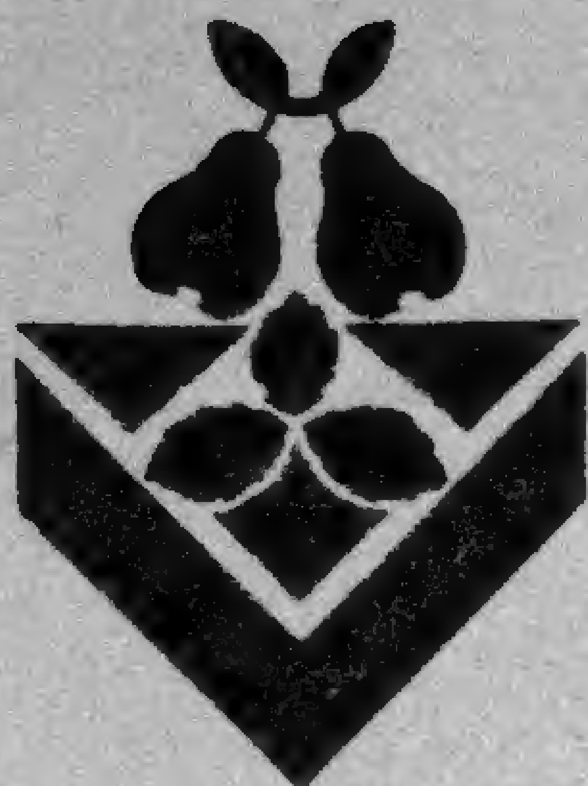
ВУЧЭБНЫЯ ДАПАМОЖНІКІ
ДЛЯ СЯРЭДНІХ СПЕЦЫЯЛЬНЫХ
НАВУЧАЛЬНЫХ УСТАНОЎ

АСНОВЫ ЭКАЛОГІІ І РАЦЫЯНАЛЬНАГА ПРЫРОДАКАРЫСТАННЯ



ВУЧЭБНЫЯ ДАПАМОЖНІКІ
ДЛЯ СЯРЭДНІХ СПЕЦЫЯЛЬНЫХ
НАВУЧАЛЬНЫХ УСТАНОЎ

АСНОВЫ ЭКАЛОГІІ І РАЦЫЯНАЛЬНАГА ПРЫРОДАКАРЫСТАННЯ

*Дапушчана Міністэрствам адукацыі
Рэспублікі Беларусь у якасці
вучэбнага дапаможніка для навучэнцаў
сярэдніх спецыяльных навучальных устаноў*

Мінск "Ураджай" 1999

УДК 504(075.32)
ББК 20.1я723
А 90

Серыя заснавана ў 1982 г.

Аўтары: Л. М. РАЖКОЎ, Т. А. ЖАРСКАЯ, У. М. МАРЦУЛЬ, А. І. РОЎКАЧ

Рэцэнзенты: д-р біял. навук, праф. (БДУ) *Л. В. Камлюк*, *А. П. Пікулік* (Мін. радыётэх. коледж)

А 90 **Асновы** экалогіі і рацыянальнага прыродакарыстання: Вучэб. дапам./Л. М. Ражкоў, Т. А. Жарская, У. М. Марцуль, А.І.Роўкач. — Мн.: Ураджай, 1999. — 327 с.: іл. (Вучэбныя дапаможнікі для сярэдніх спецыяльных навучальных устаноў).
ISBN 985-04-0360-8.

Дапаможнік напісаны ў адпаведнасці з праграмай аднайменнага курса, выкладзены агульныя універсальныя прынцыпы сучаснага прыродакарыстання.

Для навучэнцаў ССНУ.

УДК 504(075.32)
ББК 20.1я723

ISBN 985-04-0360-8

ПРАДМОВА

У сучасны момант узаемадзеянне грамадства і прыроды адбываецца ў такіх шырокіх маштабах, што вызначае ў якасці адной з глабальных, агульначалавечых праблем сучаснасці так званую экалагічную праблему. Гэта праблема звязана з пагаршэннем якасці навакольнага прыроднага асяроддзя ў выніку індустрыялізацыі і урбанізацыі, вычарпання традыцыйных (адносна лёгкадаступных) энергетычных і сыравінных рэсурсаў, няспыннага ўзрастання дэмаграфічнай "нагрузкі" на прыроду, парушэння экалагічных балансаў (унутраных механізмаў самарэгуляцыі біясферы), "гаспадарчага" знішчэння асобных відаў жывёл і раслін і г.д.

Задача аховы навакольнага прыроднага асяроддзя ад нарастальнай тэхналагічнай экспансіі можа быць вырашана шляхам зрошчвання, спалучэння вытворча-тэхналагічных і прыродных працэсаў на аснове экалагізацыі тэхнікі. Гэта выклікае неабходнасць сур'ёзнай увагі да падрыхтоўкі спецыялістаў, вучэбна-выхаваўчай работы са студэнтамі і навучэнцамі па пытаннях асноў экалогіі, рацыянальнага прыродакарыстання і аховы прыродных багаццяў.

Прыродаахоўнае і экалагічнае мысленне павінна стаць неад'емнай часткай ідэалогіі спецыяліста прамысловай вытворчасці і рэалізавацца пры выкананні ўскладзеных на яго прафесіянальных задач.

Ранейшая традыцыйная для прыродаахоўнай падрыхтоўкі спецыялістаў назва вучэбнай дысцыпліны "Ахова прыроды" ўжо не адпавядае сучасным патрабаванням. А між тым усялякі тэрмін уплывае на яго інфармацыйны змест і ў нашым выпадку прыводзіць да супярэчнасцяў паміж задачамі дадзенай і спецыяльных дысцыплін.

Вывучэнне дысцыпліны "Асновы экалогіі і рацыянальнае прыродакарыстанне" паспрыяе фарміраванню ў навучэнцаў агульных універсальных прынцыпаў су-

часнага прыродакарыстання, якія дапамогуць ім на практыцы вырашаць прыродаахоўныя і рэсурсныя праблемы.

Экалагічную падрыхтоўку паглыбляюць спецыяльныя дысцыпліны, большасць якіх так ці інакш звязана з пытаннямі ўздзеяння на навакольнае асяроддзе. Сувязь "Асноў экалогіі і рацыянальнага прыродакарыстання" з іншымі дысцыплінамі забяспечваецца комплексным планам экалагічнай падрыхтоўкі, які распрацоўваюць у кожнай навучальнай установе.

Сістэмны падыход пры вывучэнні рацыянальнага прыродакарыстання дазволіць будучым спецыялістам кампетэнтна валодаць тэхнікай эканамічнага і прававога аналізу ўплыву вытворчасці і яе складаемых на экалагічную сістэму, метадамі аднаўлення парушанага асяроддзя, мадэліравання безадходных і малаадходных тэхналогій, праектавання і эксплуатацыі экалагічна замкнёнай вытворчасці.

Такім чынам рэалізуецца ідэя цэласнага і міждысцыплінарнага навучання на аснове няспыннай экалагічнай падрыхтоўкі.

Прапануемы вучэбны дапаможнік складзены ў адпаведнасці з выкладзенымі палажэннямі і адпавядае вучэбнай праграме па гэтай дысцыпліне для навучэнцаў сярэдніх спецыяльных навучальных устаноў.

Прадмова, главы 1—4 і заключэнне напісаны канд. с.-г. навук дац. Л. М. Ражковым, главы 5—7 — канд. с.-г. навук дац. А. І. Роўкачам, глава 8 — канд. тэхн. навук дац. Т. А. Жарскай, главы 9—14 — канд. тэхн. навук дац. У. М. Марцулем.

Глава 1. УВОДЗІНЫ Ў ПРАБЛЕМУ І ДЫСЦЫПЛІНУ

1.1. ВЫЗНАЧЭННЕ ЭКАЛОГІІ І РАЦЫЯНАЛЬНАГА ПРЫРОДАКАРЫСТАННЯ

Шырокай грамадскасці слова "экалогія" стала вядома толькі ў апошнія 25—30 гадоў, пасля таго як увага яе была прыцягнута да праблем стану навакольнага асяроддзя. У Стакгольмскай канферэнцыі ААН па навакольным асяроддзі (1972г.) бралі актыўны ўдзел эколагі. Менавіта пасля гэтай канферэнцыі паняцце "экалогія" пранікла на старонкі прэсы, на радыё і надзвычай хутка набыло самую шырокую папулярнасць.

Заснавальнікам экалогіі як навукі лічыцца нямецкі заолаг Эрнст Геккель, які ў 1866 г. увёў гэты тэрмін. Тэрмін "экалогія" паходзіць з двух грэчаскіх лацінізаваных каранёў: *oikos* — жыллё, месцапражыванне і *logos* — навука, вучэнне, слова. Такім чынам, у літаральным сэнсе экалогія — навука аб жыллі (арганізмаў). У сучасным значэнні **экалогія — навука пра адносіны раслінных і жывёльных арганізмаў і ўтвораных імі сукупнасцяў (папуляцый, біяцэнозаў і г.д.) паміж сабой і навакольным асяроддзем.**

Экалогія як навука аб буйнамаштабных біялагічных аб'ектах з'яўляецца універсальнай тэарэтычнай асновай аховы прыроды. Яна дае таксама ўяўленне аб тым, якім чынам можна дамагчыся сімбіёзу тэхнікі, вытворчасці і прыроды — гэтых у сучасны момант слаба дапасаваных элементаў. Веданне асноў экалогіі неабходна сучаснаму спецыялісту таксама, як і веданне асноў фізікі, хіміі, матэматыкі, паколькі экалагізацыя вытворчасці ёсць адзін з вядучых кірункаў навукова-тэхнічнай рэвалюцыі, які прызначаны не толькі забяспечыць узгодненае функцыяніраванне прыродных і тэхнічных сістэм, але і рэзка павысіць эфектыўнасць апошніх.

Ахоўваць прыроду — значыць правільна карыстацца ёю, ці, дакладней, карыстацца так, каб выключыць ці звесці да мінімуму неабходнасць абмежавальных прыродаахоўных мерапрыемстваў. Гэта і ёсць ідэалогія, якую студэнты і навучэнцы могуць спасцігнуць з дру-

гой часткі гэтай дысцыпліны, названай "Асновы рацыянальнага прыродакарыстання".

У "Асновах рацыянальнага прыродакарыстання" будзе паказана, што рашэнне праблем захавання якасці асяроддзя і невычарпальнасці прыродных рэсурсаў ляжыць на шляхах далейшага навукова-тэхнічнага прагрэсу, а не на абмежаванні прыродакарыстання; што прагрэс і развіццё прыродакарыстання ва ўмовах сацыяльна сталага грамадства аб'ектыўна не можа весці ні да харчовага, ні да рэсурснага, ні да энергетычнага крызіса, ні да неабарачальнага пагаршэння якасці асяроддзя.

Прырода, як аб'ект прыродакарыстання і аховы, ёсць сукупнасць мноства фактараў асяроддзя, якія падаюцца ацэнцы і прагнозу. А аптымальныя рэжымы гэтых фактараў, як і ўсе матэрыяльныя даброты, ствараюцца не ў "прыродзе", а ў складана арганізаваных структурных адзінках біясферы — экасістэмах. У выніку рацыянальнага прыродакарыстання забяспечваецца магчымасць захавання прыродных экалагічных сістэм без паніжэння іх прадукцыйнасці і вычэрпвання прыродных рэсурсаў.

У сучасны момант **прыродакарыстанне разумеюць як сукупнасць мерапрыемстваў, накіраваных на асваенне, выкарыстанне, пераўтварэнне, узнаўленне і ахову прыродных умоў і прыродных рэсурсаў чалавецтвам.** Рацыянальнае прыродакарыстанне ўлічвае інтарэсы цяперашніх і будучых пакаленняў людзей, накіравана на забеспячэнне ўмоў існавання чалавецтва і атрыманне неабходных яму матэрыяльных даброт, на прадухіленне ці максімальнае зніжэнне шкодных уздзеянняў на навакольнае асяроддзе, забеспячэнне найбольш эфектыўнага рэжыму ўзнаўлення і эканомнай эксплуатацыі прыродных рэсурсаў.

1.2. УЗДЗЕЯННЕ СУЧАСНАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ НА ПРЫРОДНЫЯ АБ'ЕКТЫ

З узнікненнем грамадства прырода істотна мяняецца. Да пачатку сучаснай навукова-тэхнічнай рэвалюцыі выкарыстанне прыроды мела пераважна экстэнсіўны характар і грунтавалася на павелічэнні аб'ёму і разнавіднасцяў спажывання прыродных рэсурсаў. Ін-

дустрыяльна-тэхналагічны спосаб вытворчасці адкрыў магчымасці эксплуатацыі рэсурсаў і сіл прыроды ў небывалых памерах. Механізацыя, а потым хімізацыя вытворчасці істотна змянілі ход натуральных працэсаў, парушылі прыродныя сувязі. Антрапагеннае ўздзеянне пераўзышло магчымасці прыроды па самаўзнаўленню і падтрыманню прыроднай раўнавагі. Розныя формы антрапагенных уздзеянняў на Беларусі, як і на планеце ў цэлым, прывялі да змены рэльефу, ландшафтаў, гідраграфічнай сеткі, клімату, глебавай флоры, фауны і інш.

Найбольшы ўплыў на прыроду аказвае прамысловасць. Дзейнасць заводаў, фабрык, руднікоў, шахтаў, электрастанцый, якія заняты вырабам прылад працы, здабычай сыравіны, матэрыялаў, паліва, вытворчасці энергіі і далейшай перапрацоўкай прадукцыі, у большасці выпадкаў непасрэдна звязана з выкарыстаннем прыродных багаццяў ці матэрыялаў прыроднага паходжання.

Сучасная прамысловасць Беларусі мае звыш 150 розных галін і спецыялізуецца на машынабудаванні, хімічнай, дрэваапрацоўчай, лёгкай і харчовай вытворчасці. Прамысловыя прадпрыемствы размешчаны больш чым у 300 населеных пунктах.

Асабліва значнае ўздзеянне на прыродныя аб'екты аказвае здабыўная прамысловасць (горназдабыўная і лесанарыхтоўчая).

Штогод з нетраў краіны здабываецца каля 100 млн. м^3 карысных выкапняў і спадарожных ("пустых") парод. На 1 т здабытай нафты патрабуецца для запаўнення пустот каля 2 м^3 вады. Вытворчасць калійных угнаенняў вядзе да страты ворных зямель пры размяшчэнні солеадвалаў і шлакасховішчаў, засалення глебаў, грунтавых і паверхневых водаў.

На тэрыторыі Беларусі вядома больш 300 радовішчаў легкаплаўкіх глін, суглінкаў, на базе якіх працуе каля 200 заводаў па вытворчасці цэглы, дрэнажных труб і іншых вырабаў, каля 150 радовішчаў пясчана-жвіровага матэрыялу, больш за 100 радовішчаў будаўнічых пяскоў, радовішчы мергелю, цэментных глін і мелу. Здабыча будаўнічай сыравіны кар'ерным спосабам звязана са стратай значных плошчаў пад

кар'ерамі і адваламі ўскрышных парод, што патрабуе абавязковага правядзення работ па рэкультывацыі зямель.

У Беларусі добра развіта торфаздабыўная прамысловасць. Выпрацаваныя ўчасткі тарфянікаў патрабуюць значных затрат на рэкультывацыю зямель пад сельскагаспадарчыя ўгоддзі, водныя аб'екты ці лесапасадкі.

Беларусь мае развіты транспарт, даволі густую сетку аўтамабільных дарог і чыгунак. Хуткімі тэмпамі павялічваецца аб'ём перапампоўвання нафты і газу па трубаправодах. Аўтамабільныя дарогі, чыгункі, трубаправоды прарэзалі лясныя масівы, сельскагаспадарчыя ўгоддзі.

Інтэнсіўны рух па дарогах перашкаджае натуральнай міграцыі жывёл, з'яўляецца прычынай іх гібелі. Вялікую шкоду рачным берагам і фауне прынёс лесасплаў, асабліва ў першыя пасляваенныя гады. Быстраходныя рачныя судны разбураюць хвалямі берагі, таму на многіх участках абмяжоўваецца хуткасць, а ў час нерасту рыбы рух наогул трэба забараняць.

Магутным фактарам уздзеяння на прыроду з'яўляецца сельская гаспадарка, аснову якой складаюць аб'екты жывой прыроды.

1.3. ЗАБРУДЖВАННЕ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ

Паступленне ў асяроддзе цвёрдых, вадкіх, газападобных рэчываў або відаў энергіі (цяпла, гуку, радыеактыўнасці) у колькасці, якая дасягае мінімальнага ўзроўню шкоднага ўздзеяння на чалавека, жывёл і раслін і парушае прыродную дынамічную раўнавагу, лічаць забруджваннем навакольнага асяроддзя.

Забруджванне прыроднага асяроддзя — складаны працэс, які звязаны галоўным чынам з дзейнасцю чалавека. Аўтар фундаментальнай працы па экалогіі Юджын Одум указвае, што забруджванне — гэта прыродныя рэсурсы, "якія апынуліся не на сваім месцы", паколькі яны чужыя прыродным экасістэмам і пры накапленні ў іх парушаюць працэсы кругазвароту рэчыва і энергіі, паніжаюць іх прадукцыйнасць, уплываюць на здароўе людзей.

Праблема забруджвання навакольнага асяроддзя асабліва адчувальная ў мясцовых умовах. У Беларусі

адзначана павышэнне забруджвання ў буйных гарадах і прамысловых цэнтрах (паветранае асяроддзе) і вакол іх (глеба). Забруджваюцца вадаёмы (рэкі Дняпро, Заходняя Дзвіна, Бярэзіна, Прыпяць, воз. Нарач і інш.). Зніжаюцца запасы каштоўных жывёл (асабліва рыб) і раслін (некаторыя лекавыя расліны, журавіны і інш.). Назіраюцца засаленне глебы і вадаёмаў (Салігорскі раён), парушэнні стану вадаёмаў у раёнах меліярацыі (Палессе) і здабычы будаўнічых матэрыялаў.

Да спецыфічных відаў забруджвання адносяцца няправільная інтрадукцыя відаў раслін або жывёл, што праяўляецца ў апошні час у змене біяцэнозаў; парушэнне прыродных ландшафтаў непрадуманай урбанізацыяй, гаспадарчае асваенне некранутых або малакранутых чалавекам біятопаў.

Беларусь сутыкнулася з яшчэ адным антрапагенным фактарам — радыеактыўным забруджваннем амаль чвэрці сваёй тэрыторыі. Выведзены з сельскагаспадарчага звароту звыш 250 тысяч гектараў зямель з высокім узроўнем радыеактыўнага забруджвання. Прадугледжваецца вывесці таксама землі з узроўнямі забруджвання па цэзію 15 Кі/км$^{-2}$ і вышэй і заліўныя лугі з узроўнямі да 15 Кі/км$^{-2}$. Хуткасць міграцыі радыенуклідаў нязначная і самаачышчэнне глебы слабое, таму патрабуецца распрацоўка эфектыўных прыёмаў і спосабаў па зніжэнні паступлення радыенуклідаў ва ўраджай, які фарміруецца на тых забруджаных землях, дзе вядзецца сельская і лясная гаспадарка.

Такім чынам бачна, што прадухіленне забруджвання навакольнага асяроддзя і барацьба з яго негатыўнымі праявамі — адна з найважнейшых экалагічных праблем. Яе вырашэнне ляжыць на шляхах экалагізацыі вытворчасці і тэхналогій, рацыяналізацыі існуючай сістэмы прыродакарыстання, фарміравання экалагічнай культуры кіраўнікоў, вытворцаў і ўсяго насельніцтва.

1.4. ЭКАЛОГІЯ — ТЭАРЭТЫЧНАЯ АСНОВА АХОВЫ ПРЫРОДЫ

Ахова прыроды — сістэма мерапрыемстваў, накіраваных на падтрыманне аптымальных узаемаадносін паміж дзейнасцю чалавека і навакольным прыродным асяроддзем, зберажэнне і ўзнаўленне прыродных багаццяў, рацыянальнае выкарыстанне прыродных

2. Зак. 5043.

рэсурсаў, папярэджанне шкоднага ўплыву гаспадарчай дзейнасці грамадства на прыроду і здароўе чалавека. Ахова прыроды дапамагае падтрымліваць прадукцыйнасць прыроды і прыродныя ўмовы, неабходныя для забеспячэння народнай гаспадаркі сыравінай і энергіяй, і ў той жа час захоўваць натуральнае навакольнае асяроддзе чалавека.

Справа аховы прыроды настолькі комплексная і разнастайная, што стварыць асобную навуку, якая сістэматызавала б аб'ектыўныя веды ў гэтай галіне, наўрад ці магчыма. Тым не менш недахопу ў назвах такой навукі няма: натурсацыялогія, геатэхналогія, наалогія, наагеніка, глабальная экалогія і інш. Але пакуль што дасягнуты якасна-апісальны ўзровень у гэтым кірунку зусім не адпавядае складанасці праблематыкі. Рацыянальнае зерне гэтых спробаў заключаецца ў імкненні стварыць трывалы тэарэтычны фундамент для практычнага ажыццяўлення справы аховы прыроды.

Разнастайная літаратура па ахове прыроды, якая выходзіць вялікімі тыражамі, для гэтага недастатковая: яна ў асноўным папулярная і выконвае прапагандысцкія задачы. Тэарэтычны грунт сусветнай праблемы аховы прыроды можа быць створаны, відаць, толькі агульнымі намаганнямі многіх прыродазнаўчых і гуманітарных навук, кожная з якіх павінна ўнесці ўласны ўклад у яго стварэнне.

З усіх прыродазнаўчых навук толькі экалогія даследуе заканамернасці тых праблем, якія тычацца жыцця і асяроддзя, разглядае функцыянальны механізм узаемадзеяння жывой і коснай матэрыі ў буйных прасторава-часавых маштабах. Менавіта яна заклікана распрацоўваць на аснове комплекснага аналізу даных розных навук канчатковыя ацэнкі вынікаў як ненаўмыснага ўздзеяння на навакольнае асяроддзе, так і мэтанакіраванага пераўтварэння прыроды.

Экалогія можа навукова абгрунтаваць нормы спажывання чалавекам раслінных і жывёльных рэсурсаў, што забяспечвае іх захаванасць. Прынятае пад увагу экалагічных законаў ці прынцыпаў, якія ляжаць ў аснове біялагічнага кругавароту рэчываў у прыродзе, з'яўляецца неабходнай умовай пры ўсіх значных зменах асяроддзя, як, скажам, рэгуляванне сцёку рэк, асу-

шэнне балот, высечка лесу ці ўзворванне вялікіх плошчаў і г.д. Экалагічная экспертыза неабходна пры стварэнні новых запаведнікаў і паляўнічых гаспадарак, вялікіх паркаў і баз адпачынку, санаторных зон і новых гарадоў. Толькі на аснове экалагічных даследаванняў можна праводзіць дзяржаўную дзейнасць у галіне распрацоўкі і выкарыстання прыродных рэсурсаў краіны і аховы навакольнага асяроддзя.

1.5. ЭКАЛАГІЧНАЯ КУЛЬТУРА ЯК АДЗІН З ВАЖНЕЙШЫХ ФАКТАРАЎ АХОВЫ ПРЫРОДЫ

У сучаснай экалагічнай сітуацыі неабходна пэўная сістэма вартасных арыентацый, адпаведна з якімі людзі арганізуюць свае адносіны з прыродай. Вартасныя адносіны да прыроды характэрны толькі для чалавека высокай культуры, багатага ўнутранага свету, з глыбокім веданнем законаў прыроды і грамадства.

Структура экалагічнай культуры ўключае ў сябе як важнейшы элемент экалагічную адукаванасць — веды аб прыродзе, жывёльным і раслінным свеце, аб чалавеку і біялагічных законах развіцця жывых арганізмаў. Сюды ж дапасуюцца ўяўленні аб дэмаграфічных працэсах на сучасным этапе. Ядром экалагічнай адукаванасці з'яўляецца ўяўленне аб неабходнасці гарманічных узаемаадносін паміж чалавекам, грамадствам і асяроддзем пражывання.

Экалагічная культура цесна звязана з мараллю і палітыкай.

Маральны аспект экалагічнай культуры звязаны з выхаваннем у чалавеку экалагічнай свядомасці. Апошняя ўяўляе сабой ператварэнне ведаў аб прыродным асяроддзі ва ўстойлівыя маральныя перакананні аб адказнасці кожнага за захаванне прыроды.

Такім чынам, экалагічная праблема дыктуе неабходнасць выхаду на ўзровень культуры, якая грунтуецца на цэласных устаноўках, арыентаваных на зберажэнне, аднаўленне і развіццё прыродных сувязяў і адносін. Па сутнасці, узнікаюць перадумовы для фарміравання новага тыпу асобы — "экалагічнага чалавека", які імкнецца не толькі да задавальнення сваіх матэрыяльных патрэбаў, але і рэалізуе свае мэтавыя ўстаноўкі ў адпаведнасці з культурна-экалагічнымі запатрабаваннямі.

Разглядаючы "экалагічнага чалавека" і экалагічную культуру на новай гістарычнай спіралі, немагчыма абмінуць экалагічныя погляды антычнай навукі і рэлігій. Чалавек антычнай культуры адносіўся да прыроды як да багіні, маці, г.зн. як аб'екта пакланення, культывуючы сваё імкненне да гарманізацыі адносін з прыродай. Пазней, у рамках іудзейска-хрысціянскай традыцыі, пачала развівацца ідэя аб пераадоленні чалавекам прыроды, аб набожным яго панаванні над прыроднымі істотамі і рэчамі. Усходняя філасофія, падобная да дахрысціянскіх (напрыклад, грэчаскай) культур, імкнецца да павагі прыроды, устанаўлення гармоніі паміж сацыяльнымі і прыроднымі элементамі.

Захапленне роднай прыродай — адметная рыса беларускай культуры. Маляўнічыя, эмацыянальныя пейзажы Беларусі створаны ў паэме "Песня пра зубра" М.Гусоўскага. Прырода ў паэме — усенародны здабытак і крыніца здароўя, радасці, сродак выхавання высокіх патрыятычных і эстэтычных пачуццяў. Гусоўскі ўзняў праблему аховы прыроды, беражлівых адносін да яе, рацыянальнага выкарыстання і памнажэння яе багаццяў. Тэмай прыроды прасякнута творчасць многіх беларускіх літаратараў, ярка і вобразна яна гучыць у лірыцы Я.Купалы і эпічных творах Я.Коласа.

1.6. АХОВА НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ І ЗДАРОЎЕ НАСЕЛЬНІЦТВА

Здароўе і хвароба чалавека — вытворнае навакольнага і, перш за ўсё, сацыяльнага асяроддзя. Здароўе нельга разглядаць як штосьці незалежнае, аўтаномнае, яно з'яўляецца вынікам уздзеяння сацыяльных і прыродных фактараў. Гіганцкія тэмпы індустрыялізацыі і урбанізацыі пры пэўных сацыяльных умовах могуць прывесці да парушэння экалагічнай раўнавагі і выклікаць дэградацыю не толькі асяроддзя, але і здароўя людзей.

Неспрыяльныя фактары навакольнага асяроддзя аказваюць прыкладна аднолькавы ўплыў на асаблівасці захворвання людзей у краінах з розным эканамічным развіццём. Але негатыўны ўплыў гэтых фактараў можа быць нейтралізаваны, зменшаны, практычна зведзены да мінімуму шэрагам мер сацыяльнага характару: удас-

каналеннем вытворчых адносін, сістэмы аховы здароўя.

Здароўе — гэта не проста адсутнасць хваробы. Гэта таксама і здольнасць арганізма хутка адаптавацца да зменлівых умоў асяроддзя, здольнасць да аптымальнага выканання прафесійных і іншых функцый, як грамадскіх, так і біялагічных. Неабходна падкрэсліць, што і здаровы чалавек не можа прыстасавацца да асобных змяненняў асяроддзя. Адаптацыя мае свае межы. Здароўе — адна з перадумоў шчасця, паўнацэннага жыцця чалавека. Невыпадкова на пытанне аб тым, што з'яўляецца больш вартасным для чалавека — багацце ці слава — адзін са старажытных філосафаў адказаў, што ні багацце, ні слава не робяць яшчэ чалавека шчаслівым. Здаровы жабрак больш шчаслівы, чым хворы кароль.

Вялікае значэнне мае вывучэнне стану здароўя ў сувязі са змяненнямі якасці навакольнага асяроддзя, якія абумоўлены далейшым ростам прамысловай вытворчасці, развіццём аўтатранспарту.

Узрастаючыя тэмпы змянення навакольнага асяроддзя прыводзяць да парушэння ўзаемасувязі паміж ім і чалавекам, паніжэння ўзроўню надзейнасці функцыянiравання адаптацыйных магчымасцяў арганізма.

Неабходна адзначыць, што зрененае асяроддзе можа ўтрымліваць такія рэчывы, з якімі арганізм у ходзе эвалюцыі не сутыкаўся і не мае адпаведных аналізатарных сістэм, якія б сігналізавалі аб наяўнасці гэтых рэчываў. Таму зразумець характар фарміравання здароўя і паталогіі сучаснага чалавека ў адрыве ад змен, што адбываюцца ў навакольным асяроддзі, немагчыма.

1.7. МІЖНАРОДНАЕ СУПРАЦОЎНІЦТВА Ў ГАЛІНЕ АХОВЫ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ

Ахова навакольнага асяроддзя і рацыянальнае выкарыстанне прыродных рэсурсаў у XX стагоддзі набылі рысы глабальнай праблемы сучаснасці і актуальнай задачы ўсяго чалавецтва, а іх вырашэнне можа быць дасягнута толькі калектыўнымі намаганнямі ўсіх краін. У гэтым кірунку створаны шэраг міжнародных міждзяржаўных і грамадскіх арганізацый і праграм. Пералічым некаторыя з іх.

Міжнародны саюз аховы прыроды і прыродных рэсурсаў (МСАП) — няўрадавая міжнародная арганіза-

цыя. Заснавана ў 1948 г. па ініцыятыве ЮНЕСКА. У яе склад уваходзяць афіцыйныя прадстаўнікі 58 дзяржаў, звыш 500 розных устаноў 116 краін і 24 міжнародныя арганізацыі. Штаб-кватэра МСАП знаходзіцца ў г.Глан (Швейцарыя). У задачы МСАП уваходзяць наладжванне міжнароднага кантролю за станам аб'ектаў прыроды і выкарыстаннем прыродных рэсурсаў, улік і ахова рэдкіх і знікаючых відаў жывёл і раслін, каардынацыя міжнароднага супрацоўніцтва па пытаннях аховы прыроды.

Праграма ААН па навакольным асяроддзі (ЮНЕП) — міжурадавая праграма. Створана ў адпаведнасці з рашэннем Генеральнай Асамблеі ААН (1972 г.) на аснове рэкамендацый Стакгольмскай канферэнцыі ААН па праблемах навакольнага асяроддзя (1972 г.). У праграме ўдзельнічаюць 58 дзяржаў. Штаб-кватэра ЮНЕП знаходзіцца ў г.Найробі (Кенія). Дзейнасць Праграмы накіравана на вырашэнне найбольш вострых праблем сучаснага экалагічнага крызісу (барацьба з апустыньваннем, дэградацыяй глебаў, абязлесеннем Зямлі, ахова Сусветнага акіяна ад забруджвання і інш.). Пад яе эгідай створана **сістэма глабальнага маніторынгу** і **Міжнародная даведачная сістэма крыніц па ахове навакольнага асяроддзя (ІНФАТЭРРА).**

Праграма "Чалавек і біясфера" (МАБ) — міжнародная міждысцыплінарная праграма навуковых даследаванняў па вывучэнні ўзаемасувязяў паміж чалавекам і навакольным асяроддзем. Пераемніца міжнароднай біялагічнай праграмы (МБП). Заснавана ЮНЕСКА ў 1970 г. У яе рабоце ўдзельнічаюць каля 90 краін. Праграма арыентавана на агульнае падрабязнае вывучэнне структуры і функцыяніравання біясферы і яе экалагічных раёнаў, сістэматычнае назіранне за зменамі біясферы ў выніку ўздзеяння чалавека, вывучэнне агульнага ўплыву гэтых змен на самога чалавека, на арганізацыю адукацыі і забеспячэнне інфармацыяй па гэтых пытаннях асоб, якія прымаюць рашэнні, і насельніцтва.

Удзел Беларусі ў міжнародным супрацоўніцтве мае разнастайны характар. З 1979 г. Беларусь — член Савета Кіраўнікоў Праграмы ААН па навакольным асяроддзі (ЮНЕП). Спецыялісты з Беларусі ўдзельнічаюць у рабоце Старэйшых саветнікаў урадаў—членаў Еўра-

пейскай Эканамічнай Камісіі ААН (ЕЭК) па праблемах навакольнага асяроддзя, груп экспертаў і рабочых груп, якія спецыялізуюцца на асобных праблемах аховы прыроды.

Беларускія вучоныя, спецыялісты і эксперты ўдзельнічалі ў агульнаеўрапейскай Нарадзе па ахове навакольнага асяроддзя. Вядуцца даследаванні па міжнароднай праграме "Чалавек і біясфера" (МАБ). Створаны нацыянальны цэнтр Міжнароднай даведачнай сістэмы крыніц па ахове навакольнага асяроддзя (ІНФАТЭРРА). У Мінску ў рамках ЮНЕСКА — МАБ адбыўся Першы міжнародны кангрэс па біясферных запаведніках (1983 г.).

Беларусь ратыфікавала шэраг міжнародных канвенцый па пытаннях навакольнага асяроддзя: аб ахове працоўных ад іанізуючай радыяцыі; аб забароне распрацоўкі, вытворчасці і назапашвання бактэрыялагічнай (біялагічнай) і таксічнай зброі і аб яе знішчэнні; аб прадухіленні забруджвання мора скідваннем адходаў і іншых матэрыялаў; аб забароне ваеннага або іншага варожага выкарыстання сродкаў уздзеяння на навакольнае асяроддзе; аб трансгранічным забруджванні паветра на вялікія адлегласці і інш.

У чэрвені 1992 г. у Рыо-дэ-Жанейра (Бразілія) адбылася самая прадстаўнічая ў гісторыі сусветнай палітыкі Канферэнцыя ААН па навакольным асяроддзі. У ёй узялі ўдзел сем тысяч дэлегатаў з 178 краін, у тым ліку з Беларусі.

На Канферэнцыі прыняты шэраг важнейшых праграмных дакументаў, якія вызначаюць палітыку і абавязацельствы членаў сусветнага супольніцтва ў галіне навакольнага асяроддзя і развіцця на бліжэйшую перспектыву (да 2000 г.) і на будучае стагоддзе:

1. "*Дэкларацыя Рыо*". Гэта звод 27 маральна-палітычных прынцыпаў, правоў і абавязацельстваў урадаў, новых паводзін дзяржаў у кантэксце "зялёнай" канцэпцыі ўстойлівага, экалагічна прыймальнага эканамічнага развіцця.

2. "*Парадак дня на XXI стагоддзе*". Гэта самы маштабны з прынятых на вышэйшым узроўні міжнародны дакумент, які ўяўляе комплексную праграму; інтэграваны план узаемаўзгодненых дзеянняў; палітычны базіс доўгатэрміновых міжнародных і нацыянальных на-

маганняў усіх краін у галіне ўстойлівага развіцця.

3. "*Заява аб лясах*". У ёй адобраны прынцыпы ў адносінах рацыянальнага выкарыстання, захавання і развіцця ўсіх відаў лясоў.

4. "*Канвенцыя па клімаце*". Яе мэта — стабілізаваць утрыманне вуглякіслага газу ў атмасферы, які выклікае парніковы эфект.

5. "*Канвенцыя аб біялагічнай разнастайнасці*". Дакумент накіраваны на захаванне і рацыянальнае выкарыстанне флоры і фауны.

1.8. ПРАДМЕТ, ЗАДАЧЫ І ЗМЕСТ КУРСА

Кваліфікацыйныя характарыстыкі ўсіх спецыяльнасцяў уключаюць у якасці аднаго з асноўных патрабаванняў веданне пытанняў аховы навакольнага асяроддзя, рацыянальнага выкарыстання прыродных рэсурсаў і ўменне карыстацца набытымі ведамі пры вырашэнні прафесійных задач.

Для выканання гэтых патрабаванняў у навучальных установах распрацоўваюць праграмы няспыннай экалагічнай падрыхтоўкі, якія ўключаюць сістэматызаваны пералік экалагічных ведаў, уменняў і навыкаў, неабходных спецыялісту ў адпаведнасці з яго прафесіяй.

У дапаможніку выкладзены асноўныя веды ў галіне агульнай экалогіі і рацыянальнага прыродакарыстання. Разгледжаны экалагічныя ўмовы і рэсурсы, паняцці аб узроўнях арганізацыі жывога рэчыва (папуляцыя, біяцэноз, экасістэма, біясфера), прыродныя цыклы ў біясферы і экасістэмах, уздзеянне чалавека на прыроду і магчымасці аптымізацыі навакольнага асяроддзя і экалагізацыі вытворчасці.

Прыводзіцца характарыстыка, вызначэнне, класіфікацыя, сучасны стан прыродных рэсурсаў свету і Беларусі, сістэма рацыянальнага прыродакарыстання.

Разгледжаны асноўныя прынцыпы арганізацыі малаадходных і безадходных вытворчасцяў. Прыведзены звесткі аб асноўных крыніцах забруджвання навакольнага асяроддзя ў Рэспубліцы Беларусь, сістэме маніторынгу. Выкладзены асноўныя звесткі аб тэхнічных мерапрыемствах, якія забяспечваюць ахову паветранага басейна, ачыстку сцёкавых водаў, утылізацыю і абясшкоджванне адходаў. Прыведзены асноўныя экалагіч-

ныя патрабаванні, якія прад'яўляюцца да дзейных і праектных аб'ектаў прамысловасці, дадзены асноўныя паняцці, якія ўваходзяць у змест экалагічнай экспертызы.

Коратка разглядаюцца эканамічныя аспекты прыродаахоўнай дзейнасці, пытанні вызначэння эканамічнай эфектыўнасці прыродаахоўных мерапрыемстваў. Прыведзены звесткі аб сістэме кіравання і заканадаўчага рэгулявання аховы навакольнага асяроддзя і прыродакарыстання ў Рэспубліцы Беларусь.

Вывучэнне дадзенай дысцыпліны прыцягне ўвагу навучэнцаў да праблем навакольнага асяроддзя, дапаможа зразумець узаемасувязі паміж прыроднымі з'явамі, сацыяльную сутнасць праблемы навакольнага асяроддзя як праблемы захавання экалагічнага асяроддзя для чалавека.

ЭКАЛАГІЧНЫЯ АСНОВЫ АХОВЫ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ

Глава 2. ЭКАЛАГІЧНЫЯ ЎМОВЫ І РЭСУРСЫ

2.1. АСЯРОДДЗЕ І ЎМОВЫ ІСНАВАННЯ АРГАНІЗМАЎ

Жыццё арганізмаў праходзіць на пэўнай тэрыторыі, у пэўным навакольным асяроддзі і пад уплывам пэўных фактараў і ўмоў існавання. Неабходна адрозніваць гэтыя паняцці.

Пад тэрмінам **асяроддзе** разумеюць **комплекс абіятычных (кліматычных, геалагічных) і біятычных (канкурэнцыя, паразітызм) умоў, маючы на ўвазе і антрапагенныя (выкіды шкодных рэчываў у атмасферу і інш.) фактары, якія ўздзейнічаюць на арганізм у яго месцапражыванні.** Адрозніваюць *наземнае, прэснаводнае, марское, падземнае, паветранае* асяроддзі і інш. Такім чынам, асяроддзе кожнага арганізма складаецца з мноства элементаў неарганічнай і арганічнай прыроды і элементаў, што ўносяцца чалавекам, яго вытворчай дзейнасцю.

Трэба ведаць, што навакольнага асяроддзя "ўвогуле" не існуе, і "ахоўваць" яго якасць немагчыма. Ахоўваць

(а значыць, і кіраваць гэтым працэсам) можна толькі тое, што можна павымяраць колькасна, ацаніць, прадказаць дынаміку. З такога погляду навакольнае асяроддзе ўяўляе набор экалагічных фактараў, якія ўздзейнічаюць на арганізм у пэўных рамках, прычым кожны асобны фактар паддаецца вымярэнню, прагназіраванню, а значыць, і кіраванню. Гэта непасрэдна тычыцца забруджваючых ваду, паветра і глебу хімічных рэчываў, іншых шкодных фактараў.

Таму ахова навакольнага асяроддзя з боку, напрыклад, вытворчасці зводзіцца да таго, каб усімі даступнымі тэхнічнымі і арганізацыйнымі сродкамі не дапускаць паступлення ў навакольнае асяроддзе ці павышэння ўзроўню менавіта шкодных экалагічных фактараў.

Акрамя паняцця "асяроддзе", ёсць тэрмін **«умовы існавання», які азначае сукупнасць жыццёва неабходных элементаў—фактараў асяроддзя** (святло, цяпло, вада, харчаванне і інш.), з якімі арганізм знаходзіцца ў непарыўным адзінстве і без якіх існаваць не можа.

Кожны арганізм жыццяздольны ў адносна вузкім дыяпазоне тэмператур, колькасці ападкаў, глебавых умоў і іншых фактараў асяроддзя. Акрамя таго, кожны від настолькі значна адрозніваецца ад усіх іншых па сваіх перавагах і адчувальнасці, што хоць арэалы распаўсюджвання розных відаў даволі значна перакрываюцца, знайсці два віды, якія б існавалі ў цалкам аднолькавых умовах, практычна немагчыма. Геаграфічны арэал любой папуляцыі адпавядае геаграфічнаму размеркаванню прыймальных умоў асяроддзя.

Для кожнага арганізма ёсць нейкае пэўнае спалучэнне ўмоў асяроддзя,аптымальнае для яго росту, існавання і размнажэння. Па абодвух баках ад гэтага оптымуму біялагічная актыўнасць пастулова паніжаецца, пакуль нарэшце ўмовы не акажуцца такімі, у якіх арганізм зусім не можа існаваць.

Мы заўсёды супрацьпастаўляем жывое нежывому: біялагічнае — фізічнаму ці хімічнаму, арганічнае — неарганічнаму, актыўнае — пасіўнаму, біятычнае — абіятычнаму. Але нягледзячы на тое што жывую прыроду амаль заўсёды лёгка адрозніць і аддзяліць ад нежывой, яны не існуюць паасобку. Відавочна, што жыццё без асяроддзя з яго ўмовамі існавання немагчы-

ма. У сваю чаргу фарміраванне асяроддзя адбываецца пад уплывам жыццядзейнасці арганізмаў і гэты факт мае такое ж важнае значэнне для захавання жыцця на Зямлі.

2.2. ЭКАЛАГІЧНЫЯ ФАКТАРЫ І ІХ КЛАСІФІКАЦЫЯ

Жыццё арганізма любой папуляцыі ў экасістэме праходзіць пад уздзеяннем экалагічных фактараў.

Экалагічным фактарам называюць любы элемент асяроддзя, здольны аказаць непасрэдны ўплыў на жывыя арганізмы, а таксама на характар іх адносін паміж сабой.

Аналіз вялікай разнастайнасці фактараў дазваляе раздзяліць іх больш або менш дакладна на тры асноўныя групы: **абіятычныя, біятычныя** і **антрапагенныя.**

Абіятычныя фактары — гэта комплекс умоў неарганічнага асяроддзя, якія ўздзейнічаюць на арганізм. Яны дзеляцца на *хімічныя* (хімічны склад атмасферы, марскіх і прэсных водаў, глебы, донных адкладанняў) і *фізічныя*, або *кліматычныя* (тэмпература, атмасферны ціск, вецер, вільготнасць, радыяцыйны рэжым і інш.), фактары.

Біятычныя фактары асяроддзя — гэта сукупнасць уплываў жыццядзейнасці адных арганізмаў на іншыя. Яны носяць самы разнастайны характар. Жывыя істоты служаць крыніцай харчу (расліны — для жывёл-фітафагаў, жывёлы — для драпежнікаў), асяроддзем засялення (гаспадар — для паразіта, буйныя расліны — для эпіфітаў), садзейнічаюць размнажэнню (апыляльнікі раслін), аказваюць хімічныя, фізічныя і іншыя ўздзеянні. Біятычныя фактары дзейнічаюць не толькі непасрэдна, але і ўскосна — праз навакольную нежывую прыроду. Напрыклад, бактэрыі ўплываюць на склад глебы; пад полагам лесу адбываюцца змяненні мікраклімату.

Антрапагенныя фактары — сукупнасць уздзеяння дзейнасці чалавека на арганічны свет. Па меры гістарычнага развіцця чалавецтва і ўзнікнення спецыфічных, уласцівых толькі яму, заканамернасцяў прырода ўзбагацілася якасна новымі з'явамі. Ужо фактам свайго існавання людзі аказваюць прыметны ўплыў на навакольнае асяроддзе.

Прымяняюцца і іншыя падзяленні фактараў. Прывядзём некаторыя з іх. Экалагічныя фактары п а п а х о д ж а н н ю могуць быць *экзагенныя*, што паступаюць у экасістэму звонку (значная частка ападкаў, сонечная радыяцыя, асеўшы паветраны пыл), і *эндагенныя* (раса, іней, глебавы перагной, амаль усе біятычныя фактары); п а з м е н л і в а с ц і — *пераменныя* (большая частка экалагічных фактараў) і *пастаянныя* (зямное прыцяжэнне); п а р ы т м е д з е я н н я — *перыядычныя* (сонечная радыяцыя, марскія прылівы) і *неперыядычныя* (вецер, атмасферны ціск); п а х а р а к т а р у ў п л ы в у н а б і я к а м п а н е н т ы — *вітальныя*, што непасрэдна ўздзейнічаюць на жыццяздольнасць папуляцыі (тэмпература, ежа), і *сігнальныя*, што папярэджваюць наступ вітальных фактараў (скарачэнне працягу дня перад наступам холаду, паніжэнне атмасфернага ціску перад прыбліжэннем буры). П а а д н о с і н а х д а ш ч ы л ь н а с ц і п а п у л я ц ы і фактары розняцца на *залежныя* ад яе (харчовы фактар, патагены, паразіты) і *не залежныя* (кліматычныя фактары, салёнасць марской вады).

Акрамя элементарных, далей непадзельных фактараў (наяўнасць вуглекіслаты ў паветры, тэмпература асяроддзя), эколагі ўлічваюць *двайныя*, ці *бінарныя*, фактары (суадносіны цяпла і вільготнасці, цяпла і кіслароду ў вадзе), *складаныя* экалагічныя фактары (сонечнае святло, якое ўключае некалькі каляровых выпраменьванняў, ультрафіялетавыя і інфрачырвоныя промні, комплексныя ўдабрэнні, што змяшчаюць азот, фосфар і калій, — "нітрафоска") і *складаныя комплексныя* фактары (поймавы, глебавы і інш.). Шырока прымяняюцца ў экалогіі і розныя варыянты *інтэграваных* фактараў (гадавыя і шматгадовыя сярэднія тэмпературы, гадавая сума цяпла і інш.).

Са шматлікіх фактараў для кожнага біякампанента і экасістэмы эколагі імкнуцца вылучыць найбольш значныя, ключавыя, якія вызначаюць магчымасць існавання яго ў экасістэме.

Вывучаючы ўплыў фізічных (асветленасць, вільготнасць глебы, тэмпература і інш.) і хімічных (утрыманне элементаў мінеральнага жыўлення, кіслотнасць і інш.) фактараў на ўраджайнасць сельскагаспадарчых куль-

тур ва ўмовах Усходняй Прусіі, А.Мітчэрліх (1909) устанавіў "**закон фізіялагічных узаемасувязяў**". Б.Бауле (1918) пазней перайменаваў яго ў "**закон сумеснага дзеяння фактараў**". Закон выражае, што велічыня ўраджаю залежыць не толькі ад якога-небудзь аднаго (хай нават лімітаванага) фактару, але і ад усёй іх сукупнасці адначасова.

У выніку ўзаемадзеяння адзін фактар можа ўзмацняць дзеянне другога (напрыклад, вецер узмацняе дзеянне гарачыні, марозу). Асобныя фактары ў нейкай ступені могуць замяшчаць адзін аднаго. Напрыклад, павышэнне адноснай вільготнасці паветра можа быць дасягнута дадатковым выпарэннем вады пры захаванні тэмпературы паветра або паніжэннем тэмпературы паветра. У пясчанай пустыні пясок, які кандэнсуе вільгаць з паветра, аказваецца прыдатным месцазнаходжаннем для вільгацялюбаў — смаўжоў і макрыц. У прыватнасці, макрыцы тут дасягаюць такой вялікай шчыльнасці насялення, як ні ў якім іншым месцы.

Кожная экасістэма адрозніваецца ўзаемадзеяннем як паміж асобнымі элементамі (экалагічнымі фактарамі), так і паміж біятычнымі і абіятычнымі кампанентамі. У выніку *біяцэноз*, ці жывое згуртаванне, прыстасоўваецца да абіятычнага асяроддзя, а асяроддзе, якое адчувае ўплыў біяцэнозу, губляе сябе як сістэму неарганічных целаў і глыбока ўваходзіць ў кола целаў і працэсаў жывога згуртавання. Пры разбурэнні жывога згуртавання элементы асяроддзя ўзнаўляюцца. Такім чынам, біяцэноз не толькі аднаўляецца за кошт асяроддзя, якое спажывае, але і аднаўляе асяроддзе за кошт сваіх рэсурсаў шляхам раскладання спачатку часткі, а потым і ўсяго свайго рэчыва. Пры кожным аднаўленні асяроддзе ў той жа час некалькі мяняецца (змякчаецца, згладжваецца) і па меры ходу цыклаў аднаўлення з кожным разам становіцца ўсё больш прыймальным для сваіх кампанентаў. Лясное асяроддзе становіцца яшчэ больш лясным, стэпавае — больш стэпавым, а марское — больш марскім.

Можна сказаць таксама, што навакольнае асяроддзе, ці *біятоп*, падобна да жывога згуртавання, аднаўляецца пашырана не толькі з колькаснага боку (напрыклад, пашырэнне плошчы), але і з якаснага (павялічвае сваю

адпаведнасць біяцэнозу). **У гэтым ёсць праяўленне першага і асноўнага прынцыпу экалогіі — "усё звязана з усім, усё адпавядае ўсяму".**

Разам з тым узаемная сувязь і магчымая кампенсацыя дзеяння фактараў асяроддзя маюць пэўныя ліміты і поўнасцю замяніць адзін з іх другім нельга. Поўная адсутнасць вады ці хоць бы аднаго з асноўных элементаў мінеральнага жыўлення робіць жыццё расліны немагчымым, нягледзячы на самыя спрыяльныя спалучэнні іншых умоў. Крайні дэфіцыт цяпла ў палярных пустынях нельга перакрыць ні мноствам вільгаці, ні кругласутачнай асветленасцю.

Комплекснае ўздзеянне экалагічных фактараў (у першую чаргу шкодных для чалавека і жывых арганізмаў) шырока ўлічваецца пры абгрунтаванні гранічна дапушчальных канцэнтрацый і ўзроўняў забруджвальнікаў у навакольным асяроддзі. Таксічны эфект не можа быць вызначаны толькі зыходзячы з эфектыўнасці дзеяння асобных шкодных кампанентаў. Пры адначасовым выкідзе ў навакольнае асяроддзе розных прамысловых адходаў, што часцей за ўсё і мае месца, назіраецца сумеснае дзеянне на арганізмы некалькіх ядаў. Пры гэтым яды могуць узмацняць (сінергічнае дзеянне) ці паслабляць (антысінергічнае) дзеянне адзін аднаго.

Сумеснае біялагічнае дзеянне некалькіх рэчываў можа перасягаць дзеянне кожнага паасобку. Напрыклад, таксічнае дзеянне сярністага газу на марскіх свінак павышаецца ў прысутнасці аэразолі сернай кіслаты ці субмікронных часцінак кухоннай солі, фторысты вадарод павялічвае таксічнасць дзеяння берылію, а пераксіс вадароду — азону.

Неабходна ўстанаўліваць значэнні гранічна дапушчальных канцэнтрацый хімічных узроўняў фізічных забруджвальнікаў для кожнага раёна зыходзячы з розных рэакцый паміж рэчывамі навакольнага асяроддзя і забруджвальнікамі, улічваць адчувальнасць комплексу жывых арганізмаў, што знаходзіцца ў дадзеным раёне, да сумеснага дзеяння пэўных шкодных і прыродных фактараў.

2.3. АБІЯТЫЧНЫЯ ФАКТАРЫ

Адным з важнейшых абіятычных экалагічных фактараў з'яўляецца **сонечная радыяцыя**. Сонца выпраменьвае вялікую колькасць энергіі. З усяго спектра сонечнай радыяцыі найбольшае значэнне надаюць *святлу* (бачнай радыяцыі з даўжынёй хвалі 0,40—0,76 мкм).

На долю святла прыпадае прыкладна палова ўсёй трапляючай на Зямлю праменнай энергіі. Астатнія 50% складаюць нябачныя інфрачырвоныя прамяні, каля 1% — ультрафіялетавыя.

На святле адбываецца фотасінтэз, у працэсе якога расліны-аўтатрофы ўтвараюць арганічнае рэчыва з простых неарганічных злучэнняў. Фотасінтэтычная дзейнасць зялёных раслін забяспечвае біясферу арганічным рэчывам і акумуліраванай у ёй сонечнай энергіяй.

Розныя ўчасткі спектра бачнага святла дзейнічаюць на расліны і жывёлы па-рознаму. Выдзяляюць вобласць (з даўжынёй хвалі 0,38—0,71 мкм) *фотасінтэтычна актыўнай радыяцыі (ФАР)*. Інтэнсіўнасць ФАР паскарае або замаруджвае фотасінтэз. Інфрачырвоныя прамяні ўдзельнічаюць у цеплаабмене раслін, сінія і фіялетавыя змяняюць хуткасць і кірунак біяхімічных працэсаў і г.д. У цэлым бачнае святло ўплывае на хуткасць росту і развіццё раслін, інтэнсіўнасць фотасінтэзу, на актыўнасць жывёл, выклікае змяненне тэмпературы і вільготнасці асяроддзя, з'яўляецца важным сігнальным фактарам, які забяспечвае сутачныя і сезонныя біяцыклы.

Да найбольш важных фактараў, якія вызначаюць існаванне, развіццё і распаўсюджванне арганізмаў на Зямлі, адносяць **тэмпературу**. Уплыў тэмпературы, якая вызначае цеплаабмен арганізма з асяроддзем, вельмі разнастайны. Тэмпературай вызначаецца як сама магчымасць жыцця арганізма, так і інтэнсіўнасць яго праяўлення дзякуючы змяненню ўзроўню абмену рэчыва, хуткасці развіцця, росту, інтэнсіўнасці харчавання і размнажэння.

Для кожнага віду існуе аптымальная тэмпература, якой ён аддае перавагу ў пэўны перыяд жыцця, або *тэмпературны прэферэндум*. Тэмпература аказвае ўплыў на ўсе жыццёвыя працэсы арганізмаў, паскара-

ючы адны і затрымліваючы іншыя. Яна ўплывае таксама на марфалагічныя асаблівасці арганізмаў. Пад дзеяннем цеплавога фактару ў жывёл фарміруюцца такія прыметы, як адлюстравальная здольнасць паверхні цела, пухавое, пер'евае і шэрснае покрывы, тлушчавыя адкладанні.

Ва ўсіх праяўленнях жыццядзейнасці арганізмаў першаступеннае значэнне мае водны абмен паміж імі і вонкавым асяроддзем.

Вада як састаўная частка ўваходзіць ва ўсе жывыя арганізмы і неабходна для жыцця. Толькі пры наяўнасці вады ў арганізме могуць адбывацца біяхімічныя працэсы асіміляцыі і дысіміляцыі, газаабмен. Змяшчэнне вады ў розных арганізмах даволі высокае. Так, у некаторых медуз яно падымаецца да 90%. Нават знаходзячыся ў анабіёзе, расліны змяшчаюць ваду.

Усе жывыя арганізмы дзеляцца на розныя экалагічныя групы ў залежнасці ад іх патрэбнасці ў вадзе. Арганізмы, якія жывуць у вадзе, называюцца *гідрафільнымі*. Наземныя арганізмы дзеляцца на *гіграфільныя* (жывуць у вільготных месцах), *мезафільныя* (адрозніваюцца ўмеранай патрэбнасцю ў вадзе ці вільготнасці атмасферы) і *ксерафільныя* (жывуць у сухіх месцах). У адпаведнасці з гэтым дзяленнем у раслін існуюць *гіграфіты*, *мезафіты* і *ксерафіты*.

Вільготнасць, у сваю чаргу, залежыць ад колькасці атмасферных ападкаў. Ападкі аказваюць уплыў на жывыя арганізмы непасрэдна і ўскосна, праз змяненне вільготнасці, расліннасці і тэмпературу глебы. Пры гэтым вялікую ролю адыгрываюць зімовыя ападкі. Пры высокім снегавым покрыве складваюцца неспрыяльныя ўмовы для многіх жывёл (ускладняецца перамяшчэнне і здабыча харчу). З другога боку, глыбокае снегавое покрыва спрыяе перазімоўцы раслін, многіх насякомых і іншых жывёл, якія зімуюць пад снегам і ў глебе.

У комплексе абіятычных фактараў выдзяляюць **глебавыя ўмовы** (фізічныя і хімічныя ўласцівасці глебы). Ад грэчаскай назвы (*edaphas* — глеба) такія фактары часта называюцца *эдафічнымі*. Паколькі глеба з'яўляецца не косным, а біякосным рэчывам, эдафічныя фактары нярэдка адносяць да самастойнай групы экалагіч-

ных фактараў. Насельніцтва глебы (жывёлы, карані раслін і мікраарганізмы) вельмі разнастайнае і шматлікае. Жывыя арганізмы тонка рэагуюць на змяненне ўласцівасцяў глебы, яе цвёрдасць, механічны склад, цеплавы рэжым, вільготнасць, кіслотнасць, састаў солей. Многія расліны і беспазваночныя жывёлы з'яўляюцца выдатнымі індыкатарамі глебавых умоў. Пастаянна звязаныя з глебай арганізмы называюцца *геабіёнтнымі*. Яны маюць шэраг тыповых морфафізіялагічных прыстасаванняў для жыцця ў глебе.

2.4. БІЯТЫЧНЫЯ ФАКТАРЫ. ТЫПЫ ЎЗАЕМАДЗЕЯННЯ ПАМІЖ АРГАНІЗМАМІ

Біятычныя фактары — гэта фактары асяроддзя, дзеянне якіх абумоўлена прысутнасцю ці працэсамі існавання жывых арганізмаў і іх згуртаванняў. Разам з абіятычнымі і антрапагенным уздзеяннем на прыроду яны фарміруюць умовы жыцця жывёл, раслін, мікраарганізмаў (у тым ліку змяняюць асяроддзе), уплываюць на колькасць жывых арганізмаў і іх дынаміку ў прасторы і часе.

Дзеянне біятычных фактараў выяўляецца *ўзаемаўплывам адных жывых арганізмаў на іншыя* (напрыклад, у працэсах сімбіёзу, унутры- і міжвідавой канкурэнцыі, паразітызму, драпежніцтва, у харчовых ланцугах і інш.) і *ўскосным уплывам* на жывыя арганізмы праз уздзеянне на ўмовы неарганічнага свету (напрыклад, бактэрый на састаў глебы, а значыць, і на біялагічную прадукцыйнасць раслін, на мікраклімат пад полагам лесу, на насычанасць атмасферы кіслародам і аэраіонамі за кошт выдзялення іх раслінамі і тым самым на склад фауны прасцейшых і беспазванковых і інш.). Ступень уздзеяння біятычных фактараў змяняецца ў залежнасці ад шчыльнасці арганізмаў у адзінцы прасторы.

Рэгулюючы дзеянне біятычных фактараў, чалавек можа вырашаць асобныя пытанні пераўтварэння і аховы навакольнага асяроддзя. Напрыклад, пасадкамі лесу на непрыдатных для сельскай гаспадаркі і эрадзіраваных землях Беларусі, штучным пашырэннем пэўных відаў мясцовых і інтрадукаваных раслін і жывёл, абагачэннем глебы пэўнымі відамі бактэрый, выкарыстан-

нем сродкаў біялагічнай барацьбы са шкоднікамі сельскай гаспадаркі можна істотна змяняць умовы існавання іншых арганізмаў.

Уплыў чалавека на біятычныя фактары без дастаткова навуковага абгрунтавання можа прывесці і да адмоўных вынікаў. Напрыклад, бескантрольнае зрэджванне і вынішчэнне папуляцый каштоўных жывёл ужо да пачатку XX стагоддзя значна збяднілі фауну дзікіх капытных жывёл Беларусі, прывялі да замяшчэння прамысловых рыб у іхтыяфауне рэк і азёр так званымі засмечвальнымі рыбамі. Нерэгуляваны рост папуляцый дзікоў і ласёў шкодзіць лесааднаўленню, што, у сваю чаргу, не заўсёды станоўча ўплывае на ўмовы існавання іншых жывых арганізмаў, раслін і жывёл.

Кожны арганізм знаходзіцца ў самых разнастайных адносінах з іншымі арганізмамі. Сярод вялізнай разнастайнасці ўзаемасувязяў паміж жывымі істотамі можна вылучыць пэўныя тыпы адносін, некаторыя з якіх прыводзяцца ніжэй.

Нейтралізм — узаемадзеянне паміж папуляцыямі двух відаў, узаемнае існаванне якіх не адбіваецца ні на адным з іх. Прыкладам нейтралізму могуць з'яўляцца, напрыклад, адносіны такіх жывёл, як лось і куніца.

Антыбіёз — форма ўзаемадзеяння, часцей паміж мікраарганізмамі, калі адна мікробная папуляцыя захоплівае субстрат і падаўляе іншыя папуляцыі антыбіётыкамі.

Канкурэнцыя — узаемаадносіны актыўнага спаборніцтва паміж асобінамі аднаго ці розных відаў за сродкі існавання і ўмовы размнажэння. Адрозніваюць *унутрывідавую*, *міжвідавую*, *прамую* і *ўскосную* канкурэнцыі. Так, маладое дрэва, якое расце ў цяні больш вялікага, пакутуе ад канкурэнцыі з-за недахопу святла.

Сімбіёз — цеснае сумеснае існаванне розных відаў. Пры шырокай трактоўцы ў гэта паняцце ўключаюць паразітызм (адзін арганізм жыве за кошт другога). У больш вузкім сэнсе — гэта толькі выпадкі ўзаемавыгаднага сумеснага жыцця, так званы мутуалізм. Сімбіёз бывае неабавязковым (факультатыўным), калі кожны з арганізмаў пры адсутнасці партнёра можа існаваць самастойна, і абавязковым (аблігатным), пры якім самастойнае існаванне немагчыма. Прыклад сім-

біёзу — мікарыза — злучэнне кораня вышэйшай расліны (яе канцавых разгалінаванняў) з міцэліем грыба.

2.5. АНТРАПАГЕННЫЯ ФАКТАРЫ

Дзеянне антрапагенных фактараў увасабляецца ва ўздзеянні чалавека на прыроду, у яго станоўчых ці адмоўных выніках. Па сваім уздзеянні антрапагенныя фактары пераўзышлі многія іншыя фактары асяроддзя.

Яны падзяляюцца: на *механічныя* — высечку лесу, адлоў жывёл, збор раслін, узворванне глебы і інш.; *фізічныя* — цяпло, святло, электрычнае поле, радыёхвалі, гукавыя ваганні і інш.; *хімічныя* — хімічныя элементы і злучэнні; *біялагічныя* — уздзеянне інтрадукаваных арганізмаў, антрапагенны натуральны і штучны адбор у папуляцыях арганізмаў дзікай прыроды, развядзенне і пасадка лясоў; *ландшафтныя* — штучныя рэкі і азёры, рэльеф, рэкультываваныя ўчасткі, штучныя лясы і лугі і інш.

Чалавек уздзейнічае на прыроду, напрыклад, праз целы нерухомыя (штучныя вадаёмы, збудаванні) або здольныя да перамяшчэння (інтрадукаваныя арганізмы). Уздзейнічае на рэчывы (звычайныя і радыеактыўныя хімічныя злучэнні і элементы, сцёкавыя воды і інш.), у тым ліку тыя, якія перамяшчаюцца ў асяроддзі і здольны прысутнічаць і назапашвацца ў ім шмат гадоў. Уздзейнічае на працэсы, што адбываюцца як на абмежаваных (здабыча карысных выкапняў, збор і перавозка раслін і жывёл, вынішчэнне шкодных і ўзнаўленне карысных арганізмаў), так і на вялікіх прасторах (антрапагенны кругаварот рэчываў). Чалавек уздзейнічае на святло, цяпло, шум, радыёхвалі, вібрацыю, ціск і інш.

Дзеянне антрапагенных фактараў асабліва выяўляецца ў зонах развітой прамысловасці і сельскай гаспадаркі. Яно бывае *прамым* і *ўскосным* (напрыклад, праз змены ўмоў пражывання арганізмаў), *пастаянным* і *перыядычным* (сезонным).

Першыя праявы антрапагенных фактараў на тэрыторыі Беларусі адзначаны ў сярэднім і верхнім палеаліце (12—10 тыс. гадоў назад). З развіццём прадукцыйных сіл грамадства роля антрапагенных фактараў у пераўтварэнні прыроднага асяроддзя няспынна расце і

ў маштабах планеты ператварылася ў магутны рэгулятар біясферы.

2.6. ЛІМІТАВАНЫЯ ФАКТАРЫ, ТАЛЕРАНТНАСЦЬ

Лік экалагічных фактараў патэнцыяльна з'яўляецца неабмежаваным. Уздзеянне іх на жывыя арганізмы разнастайнае:

устараненне нейкіх відаў з тэрыторый (кліматычныя і фізіка-хімічныя асаблівасці якіх ім не падыходзяць) і, такім чынам, змяненне іх геаграфічнага распаўсюджвання;

змяненне пладавітасці і смяротнасці відаў шляхам уздзеяння на развіццё кожнага з іх і шчыльнасці папуляцый;

садзейнічанне з'яўленню адаптаваных мадыфікацый: колькасных змяненняў абмену рэчываў і такіх якасных змяненняў, як дыяпаўза, зімовая і летняя спячка, фотаперыядычныя рэакцыі і г.д.

Для жыцця і нармальнага развіцця арганізмаў неабходны пэўны комплекс экалагічных фактараў. Адсутнасць хоць бы аднаго з іх яўна абмяжоўвае рост і развіццё арганізмаў. Адносна кампанентаў мінеральнага жыўлення нямецкі хімік Ю.Лібіх сфармуляваў правіла: "**Важнейшым з элементаў (хімічных) з'яўляецца той, што знаходзіцца ў мінімуме**" (1840). Ён устанавіў, што ўраджай зерня часта лімітуецца не тымі пажыўнымі рэчывамі, якія патрабуюцца ў вялікіх колькасцях, а тымі, якія патрабуюцца ў малых колькасцях, але якіх у глебе недастаткова. Дадзенае адкрыццё Лібіх назваў **законам мінімуму.** Напрыклад, бор — неабходны элемент, але яго заўсёды мала ў глебе. Калі ў выніку вырошчвання адной культуры на працягу доўгага часу запасы бору аказваюцца вычарпанымі, рост раслін спыняецца, нават калі іншыя элементы прысутнічаюць у лішку.

Многія аўтары пашырылі гэтае палажэнне, дабавіўшы да яго акрамя пажыўных рэчываў і шэраг іншых фактараў, напрыклад тэмпературу і інш. Такім чынам, для жыцця і працвітання арганізмаў неабходна наяўнасць пэўнай сукупнасці ўмоў. Калі ўсе ўмовы аказваюцца спрыяльнымі, за выключэннем адной, праяўленай недастаткова, то ў гэтым выпадку апошняя

ўмова, названая *лімітаваным (абмежаваным) фактарам*, набывае рашаючае значэнне для жыцця ці смерці арганізма і, такім чынам, яго прысутнасці або адсутнасці ў дадзеным асяроддзі.

Лімітаванай умовай, акрамя таго, можа быць не толькі недахоп, але і лішак такіх, напрыклад, фактараў, як цяпло, святло і вада. Такім чынам, уздзеянне экалагічных фактараў залежыць не толькі ад іх характару, але і ад дозы, якую ўспрымае арганізм (высокая або нізкая тэмпература, яркае святло або цемната).

Ва ўсіх арганізмах у працэсе эвалюцыі выпрацаваліся прыстасаванні да ўспрымання фактараў у пэўных колькасных межах. Памяншэнне або павелічэнне гэтай дозы адносна межаў аптымальнага дыяпазону зніжае жыццядзейнасць арганізма, а пры дасягненні максімуму або мінімуму наогул выключаецца магчымасць яго існавання.

Здольнасць арганізмаў выносіць адхіленне фактараў асяроддзя (экалагічных фактараў) ад аптымальных доз называецца талерантнасцю (даслоўна "цярплівасцю"). Іншыя, блізкія да талерантнасці, абазначэнні "цярплівасці" жывых арганізмаў да фактараў асяроддзя — *экалагічная пластычнасць*, ці *экалагічная валентнасць*. Экалагічная пластычнасць — уласцівасць відаў адаптавацца да таго або іншага дыяпазону фактараў асяроддзя. Эколагі па аналогіі з валентнасцю ў хіміі ўвялі паняцце экалагічнай валентнасці віду.

Такім чынам, існаванне арганізма магчыма ў пэўных межах талерантнасці, якія абмежаваны зонамі мінімуму і максімуму адносна дадзенага фактару. Аднак унутры гэтых межаў значэнне фактару не заўсёды аднолькава спрыяльнае для цячэння ўсіх жыццёвых працэсаў. Зоны мінімуму, оптымуму і максімуму неідэнтычны для цячэння розных працэсаў жыццядзейнасці аднаго і таго ж арганізма. Чым больш доза фактару адхіляецца ад аптымальнай для дадзенага віду велічыні (як у бок павышэння, так і паніжэння), тым мацней прыгнятаецца яго жыццядзейнасць. Межы, за якімі існаванне арганізма немагчыма, называюцца *ніжняй* і *верхняй межамі вынослівасці.*

Інтэнсіўнасць экалагічнага фактару, найбольш спрыяльная для жыццядзейнасці арганізма, называец-

ца **оптымумам**, а *якая дае найгоршы эфект* — **песімумам** (зона прыгнечання).

Песімум — гэта ўмовы, пры якіх жыццядзейнасць арганізма максімальна прыгнятаецца, але ён яшчэ можа існаваць.

Для кожнага арганізма і ў цэлым для віду ёсць свой оптымум умоў. Як выявілася, ён неаднолькавы не толькі для розных відаў, якія знаходзяцца ў розных умовах, але і для асобных стадый развіцця аднаго арганізма. Добра вядомыя, напрыклад, аптымальныя тэмпературы цвіцення, плоданашэння, прарастання, нерасту, размнажэння многіх відаў. У залежнасці ад таго, які ўзровень оптымуму найбольш дапушчальны, адрозніваюць цепла- і холадалюбівыя, вільгаце- і сухалюбівыя, прыстасаваныя да высокай ці нізкай салёнасці віды. Для кожнага віду характэрна і ступень вынослівасці. Напрыклад, расліны і жывёлы ўмеранага пояса могуць існаваць у даволі шырокім тэмпературным дыяпазоне, віды ж з трапічнага клімату не вытрымліваюць значных ваганняў тэмпературы.

Каб выразіць адносную ступень талерантнасці (пластычнасць, валентнасць) у экалогіі прымяняюцца прыстаўкі: *стэна-* (*stenos* — вузкі) і *эўры-* (*evros* — шырокі) да назвы фактару. Віды, здольныя існаваць пры невялікіх адхіленнях фактару ад аптымальнай велічыні, называюцца *стэнабіёнтнымі* (вузкаспецыялізаванымі), а тыя, што вытрымліваюць значныя змяненні фактару — *эўрыбіёнтнымі* (шырокапрыстасаванымі). Стэнабіёнтнасць і эўрыбіёнтнасць характарызуюць розныя тыпы прыстасавання арганізмаў да выжывання. Віды, якія доўгі час развіваліся ў адносна стабільных умовах, страчваюць экалагічную пластычнасць і выпрацоўваюць рысы стэнабіёнтнасці, у той час як віды, якія існуюць пры значных ваганнях фактараў асяроддзя, набываюць павышаную экалагічную пластычнасць і становяцца эўрыбіёнтнымі. У адносінах да тэмпературы адрозніваюць *эўры-* і *стэнатэрмныя арганізмы*, да канцэнтрацыі солей — *эўры-* і *стэнагалінныя*, да святла — *эўры-* і *стэнафотныя*, да выбару месцазнаходжання — *эўры-* і *стэнаойкныя* і г.д.

Пэўнае згуртаванне арганізмаў (біяцэноз) займае ўчастак зямной паверхні (сушы або вадаёма) з аднатыпнымі ўмовамі асяроддзя, які называецца **біятопам**. З пункту гледжання экалогіі асаблівы інтарэс уяўляе вылучэнне ў межах біятопа ўчасткаў, якія ў большай ці меншай ступені спрыяльныя для існавання розных папуляцый. На гэтым шляху мы прыходзім да канцэпцыі **экалагічнай нішы** і шэрагу звязаных з ёй паняццяў.

Кожная папуляцыя (від) у згуртаванні займае пэўнае месца, якое абумоўлена патрабаваннем да харчу, тэрыторыі, звязана з функцыяй узнаўлення. Такое месца эколагі і называюць экалагічнай нішай дадзенага арганізма. Некаторыя эколагі ахвотней ужываюць тэрмін "месцазнаходжанне" замест тэрміна "экалагічная ніша". Абодва паняцці часткова перакрываюцца, але тэрмін "месцазнаходжанне" абазначае толькі прастору, дзе распаўсюджваецца і жыве від, тады як тэрмін "экалагічная ніша" ўключае ў сябе тую ролю, якую выконвае гэты від у згуртаванні. Па вобразнаму выражэнню Ю.Одума, *месцазнаходжанне — гэта "адрас" арганізма, а экалагічная ніша — гэта, гаворачы біялагічна, яго "прафесія"*. Каб ахарактарызаваць экалагічную нішу віду, неабходна ведаць, чым ён харчуецца і хто яго паядае, ці здольны ён перамяшчацца і, нарэшце, як ён уздзейнічае на іншыя элементы згуртавання. **Такім чынам, экалагічная ніша — гэта сукупнасць экалагічных характарыстык віду — месцазнаходжанне, харч, месца размнажэння, супраціўленне фактарам асяроддзя, адносіны паміж канкурэнтнымі і варожымі відамі — карацей, усе ўмовы яго існавання. Іншымі словамі, экалагічная ніша — гэта склад жыцця, і перш за ўсё спосаб харчавання арганізма.**

Два экалагічна падобныя віды, якія жывуць на адной і той жа тэрыторыі, не могуць займаць зусім аднолькавую экалагічную нішу; у процілеглым выпадку адзін з іх выцясняе другі. Разам з тым часта блізкія ў сістэматычных адносінах віды, пасяліўшыся побач у адным біяцэнозе, займаюць розныя экалагічныя нішы. Акрамя таго, адзін і той жа від у розныя перыяды развіцця або ў розных прыродных зонах можа займаць розныя экалагічныя нішы.

З паняццем экалагічнай нішы цесна звязана ўяўленне пра так званыя *насычаныя* і *ненасычаныя біяцэнозы*. Першыя ўяўляюць сабой экасістэмы, у якіх жыццёвыя рэсурсы на кожным этапе пераўтварэння біямасы і энергіі выкарыстоўваюцца найбольш поўна. Калі жыццёвыя рэсурсы ўтылізуюцца часткова, біяцэнозы можна называць ненасычанымі. Для іх характэрна наяўнасць свабодных экалагічных нішаў. Ненасычаныя біяцэнозы маюць патэнцыяльную здольнасць прыняць у свой склад новыя віды, якія, заняўшы пэўныя экалагічныя нішы, будуць садзейнічаць найбольш поўнай утылізацыі жыццёвых рэсурсаў згуртавання.

2.8. АДАПТАЦЫЯ ЖЫВЫХ АРГАНІЗМАЎ ДА ЭКАЛАГІЧНЫХ ФАКТАРАЎ

Усе расліны і жывёлы прыстасоўваюцца да канкрэтных умоў існавання, што ў экалогіі называюць адаптацыяй (ад позналацінскага *adaptatio* — прыладжванне, прыстасаванне).

Адрозніваюць адаптацыі *фізіялагічныя*, звязаныя з рэакцыяй арганізма на змены ўмоў асяроддзя, і *эвалюцыйныя*, абумоўленыя генетычнай перабудовай арганізма пад уздзеяннем натуральнага адбору.

Так, напрыклад, усе расліны і жывёлы, асабліва ўмеранага клімату, восенню падрыхтоўваюцца да зімніх умоў. Расліны ўпадаюць у стан спакою, пры якім спыняецца рост і прыцішаюцца фізіёлага-біяхімічныя працэсы. Для жывёл характэрны сезонныя біялагічныя цыклы, у аснове якіх ляжаць складаныя фізіялагічныя механізмы.

З дапамогай гэтых механізмаў ажыццяўляецца падрыхтоўка жывёліны да надыходзячых сезонных змен надвор'я. Гэта падрыхтоўка заключаецца ў назапашванні корму і суправаджаецца нагулам ці накапленнем харчовых пажыўных рэчываў. У час зімоўкі жывёлы перабудоўваюць метабалізм, у выніку чаго ў адных відаў павялічваецца холадаўстойлівасць, у другіх — узровень цеплаўтварэння. У птушак і млекакормячых назіраецца лінька, змена шэрснага і пер'евага покрыва.

Шырока распаўсюджана сярод жывёл высокіх і ўмераных шырот спячка: летняя ў час вельмі высокіх тэмператур і паніжэння вільготнасці паветра, зімовая —

пры паніжэнні тэмпературы. У час спячкі значна памяншаецца ўзровень абмену рэчываў і спажыванне кіслароду.

Многія жывёлы пры адпаведных умовах робяць міграцыі, г.зн. перамяшчаюцца на больш-менш значныя адлегласці, выкліканыя зменамі ўмоў існавання ці звязаныя з цыкламі іх індывідуальнага развіцця.

Адрозніваюць *рэгулярныя* (перыядычныя) і *нерэгулярныя* (неперыядычныя) міграцыі. Першыя бываюць сутачныя, звязаныя са зменай асветленасці, тэмпературы, вільготнасці, пошукам корму (напрыклад, гракі раніцай ляцяць да месцаў кармлення, а пад вечар — да месцаў начлегу), і сезонныя — перамяшчэнні да месцаў размнажэння, жыўлення, лінькі, спячкі, зімоўкі і інш. Нерэгулярныя міграцыі (вымушаныя вандроўкі) абумоўліваюцца ўзнікненнем незвычайных абставін — моцнай засухі, пажару, паводкі, масавага размнажэння віду ці змены экалагічных умоў пад уплывам дзейнасці чалавека і маюць важнае значэнне ў расшырэнні арэалу відаў.

Асаблівым прыстасаваннем да неспрыяльных умоў служыць **анабіёз** — стан арганізма, пры якім жыццёвыя працэсы рэзка замаруджваюцца. Анабіёз выпрацаваны ў выніку эвалюцыі як фізіялагічнае прыстасаванне арганізма да ўздзеяння неспрыяльных умоў асяроддзя. Характарызуецца часовым зніжэннем абмену рэчываў, які пры спрыяльных умовах узнаўляецца. Назіраецца ў мікраарганізмаў (спораўтваральныя бактэрыі, мікраскапічныя грыбы), раслін і жывёл. У некаторых арганізмаў уваходзіць у нармальны цыкл развіцця (насенне, споры, цысты). Беспазваночныя (гідры, чэрві, некаторыя ракападобныя, малюскі і насякомыя) і пазваночныя (земнаводныя і паўзуны) пры анабіёзе здольны траціць да 3/4 вады з тканак.

Здольнасць арганізмаў прыстасоўвацца да зменлівых умоў асяроддзя забяспечвае выжыванне відаў, іх рассяленне і разнастайнасць формаў.

Каб вызначыць, ці зможа від існаваць у дадзеным геаграфічным раёне, трэба ў першую чаргу высветліць, ці не выходзяць якія-небудзь фактары асяроддзя за межы яго экалагічнай валентнасці, асабліва ў найбольш уразлівы перыяд развіцця. Росквіт віду назіра-

3. Зак. 5043.

ецца там, дзе ўсе параметры асяроддзя для яго аптымальныя.

Фактары асяроддзя, якія аддаляюцца ад оптымуму, абцяжарваюць магчымасць існавання віду ў дадзеных умовах. У выпадку ж, калі хаця б адзін з экалагічных фактараў набліжаецца або выходзіць за межы крытычных велічынь (талерантнасці), то, нягледзячы на аптымальнае спалучэнне астатніх умоў, асобінам пагражае гібель. Такія фактары, якія значна адхіляюцца ад оптымуму, набываюць першаступеннае значэнне ў жыцці віду або асобных яго прадстаўнікоў у кожны канкрэтны адрэзак часу.

Абмежавальныя фактары асяроддзя вызначаюць *геаграфічны арэал* віду. Прырода гэтых фактараў можа быць рознай. Часцей за ўсё абмежавальнымі з'яўляюцца абіятычныя фактары. Так, прасоўванне віду на поўнач можа лімітавацца недахопам цяпла, у арыдныя раёны — недахопам вільгаці або занадта высокімі тэмпературамі. Абмежавальным адносна распаўсюджвання фактарам могуць з'яўляцца і біятычныя адносіны, напрыклад занятасць тэрыторыі больш моцным канкурэнтам або недахоп апыляльнікаў для раслін.

Колькасць відаў у згуртаванні звычайна змяншаецца пры пастаянных стрэсавых уздзеяннях, такіх як празмерны выпас, забруджванне паветра, гама-выпраменьванне і суровы клімат, пры якіх можа існаваць толькі абмежаваная колькасць відаў.

Падобна асобным арганізмам, экалагічныя сістэмы таксама вымушаны адаптавацца да змены ўмоў асяроддзя. Менш устойлівыя сістэмы знікаюць і захоўваюцца толькі тыя, устойлівасць якіх адносна ваганняў экалагічных фактараў з'яўляецца дастаткова высокай.

Натуральны адбор мае тэндэнцыю да захавання арганізмаў, эвалюцыя якіх павышае ўстойлівасць экалагічных сістэм. У той жа час натуральны адбор падтрымлівае існаванне больш устойлівых сістэм і эліміну е (выключае) менш устойлівыя сістэмы, якія ў дадзеным выпадку выступаюць як надарганізмы, што таксама ўдзельнічаюць у барацьбе за існаванне.

Змена флоры і фауны па геалагічных перыядах і меншых адрэзках часу (як вынік эвалюцыі і адаптацыі арганізмаў), замена аднаго тыпу згуртавання другім ёсць

не што іншае, як *экалагічная сукцэсія*, аб чым будзе сказана далей.

Глава 3. ЭКАСІСТЭМЫ І ІХ КАМПАНЕНТЫ

3.1. УЗРОЎНІ АРГАНІЗАЦЫІ І ЭКАЛАГІЧНЫЯ ГРУПЫ АРГАНІЗМАЎ

Розныя арганізмы не раскіданы па Зямлі выпадкова, як незалежныя істоты, а ствараюць арганізаваныя сістэмы. Да таго ж такія сістэмы з'яўляюцца структурна даволі ўпарадкаванымі, пачынаючы ад элементарных носьбітаў жыцця да самых дасканалых яго форм і сусвету ў цэлым.

У парадку ўзрастаючай складанасці ўзроўні арганізацыі размешчаны наступным чынам: гены, малекулы, клеткі, тканкі, органы, арганізмы, папуляцыі, віды і згуртаванні (біяцэнозы).

Хоць эколаг, безумоўна, цікавіцца кожным з гэтых узроўняў, асноўную ўвагу ён канцэнтруе на надарганізменных узроўнях — *папуляцыях, відах, згуртаваннях і адпаведных ім біялагічных сістэмах*.

Узаемадзеянне жывой матэрыі з фізічным асяроддзем (рэчывам, энергіяй) на кожным узроўні абумоўлівае стварэнне пэўных біялагічных сістэм, такіх як генетычныя і клетачныя сістэмы, сістэмы органаў і арганізмаў, папуляцыйныя сістэмы, экасістэмы і біясфера ў цэлым. На кожным узроўні мае месца размежаванне функцый ствараемых біясістэм у адносінах арганізацыі свету жывых істот.

Генны — самы нізкі ўзровень, на якім кожны ген кантралюе стварэнне пэўнага бялку (ферменту), кіруе ўсімі хімічнымі рэакцыямі арганізма і вызначае такім чынам яго прыкметы.

Малекулярны — узровень, на якім біялагічная сістэма праяўляецца праз функцыяніраванне біялагічна актыўных буйных малекул-бялкоў, нуклеінавых кіслот, вугляводаў. З гэтага ўзроўню назіраецца абмен рэчываў паміж жывой матэрыяй і асяроддзем, які працякае прыператварэнні праменнай і хімічнай энергій.

Клетачны — узровень, на якім біялагічна актыўныя малекулы спалучаюцца ў адзіную сістэму. У адносінах клетачнай арганізацыі ўсе арганізмы падзяляюцца на аднаклетачныя і шматклетачныя.

Тканкавы — узровень, на якім спалучэнне аднародных клетак ствapae тканку. Ён ахоплівае сукупнасць клетак, якія аб'яднаны агульнымі паходжаннем і функцыямі.

Органны — узровень, на якім некалькі тыпаў тканак функцыянальна ўзаемадзейнічаюць і ствараюць пэўны орган.

Арганізменны — узровень, на якім узаемадзеянне шэрагу органаў зводзіцца ў адзіную сістэму індывідуальнага арганізма. Прадстаўлены пэўнымі відамі арганізмаў.

Папуляцыйна-відавы — узровень, дзе існуе сукупнасць пэўных аднародных арганізмаў, якія звязаны адзінствам паходжання, спосабам жыцця і месцам пражывання.

Згуртаванне (ці біяцэноз) — больш высокі ўзровень арганізацыі жывой матэрыі, які аб'ядноўвае розныя па відавому саставу арганізмы. Пры іх узаемадзеянні адзін з адным і абіятычным асяроддзем ствараюцца на пэўных участках зямной паверхні экасістэмы (ці біягеацэнозы).

Біясферны — узровень, на якім сфарміравалася прыродная сістэма самага высокага для Зямлі рангу. На гэтым узроўні адбываюцца ўсе кругавароты рэчыва ў глабальным маштабе, якія звязаны з жыццядзейнасцю арганізмаў.

Жывыя арганізмы, як ужо адзначалася, адрозніваюцца разнастайнымі адаптацыямі да асяроддзя. Такое мноства спосабаў адаптацый не дазваляе выкарыстоўваць які-небудзь адзіны крытэрый экалагічнай класіфікацыі арганізмаў.

У аснову экалагічных класіфікацый могуць быць пакладзены самыя разнастайныя крытэрыі: спосабы харчавання, перамяшчэння, адносіны да тэмпературы, вільготнасці, салёнасці асяроддзя, ціску і г. д. Падзяленне ўсіх арганізмаў на *эўрыбіёнтных* і *стэнабіёнтных па шырыні дыяпазону прыстасаванняў да асяроддзя* ўяўляе прыклад прасцейшай экалагічнай класіфікацыі.

Па спосабу харчавання ўсе арганізмы падзяляюцца на *аўтатрофныя* і *гетэратрофныя*. *Аўтатрофы* (ад грэч. *autos* — сам і *trophe* — ежа, харчаванне) — арга-

нізмы, якія сінтэзуюць з неарганічных рэчываў (галоўным чынам вады, дыаксіду вугляроду, неарганічных злучэнняў азоту) усе неабходныя для жыцця арганічныя рэчывы, выкарыстоўваючы энергію фотасінтэзу (усе зялёныя расліны-фотатрофы) або хемасінтэзу (некаторыя бактэрыі — хематрофы).

Гетэратрофы (ад грэч. *heteros* — іншы, *trophe* — ежа) — арганізмы, якія жывяцца толькі або пераважна арганічнымі рэчывамі і не здольныя да першаснага сінтэзу іх з неарганічных злучэнняў. Да іх належаць усе жывёлы і чалавек, некаторыя расліны і мікраарганізмы. Гетэратрофы могуць жывіцца толькі раслінамі (фітафагі), жывёламі (драпежнікі), рэшткамі жывых арганізмаў (сапрафагі, сапрафіты).

Па адносінах да харчовых сувязяў арганізмы падзяляюцца на *прадуцэнты, кансументы, рэдуцэнты*, аб чым будзе сказана далей.

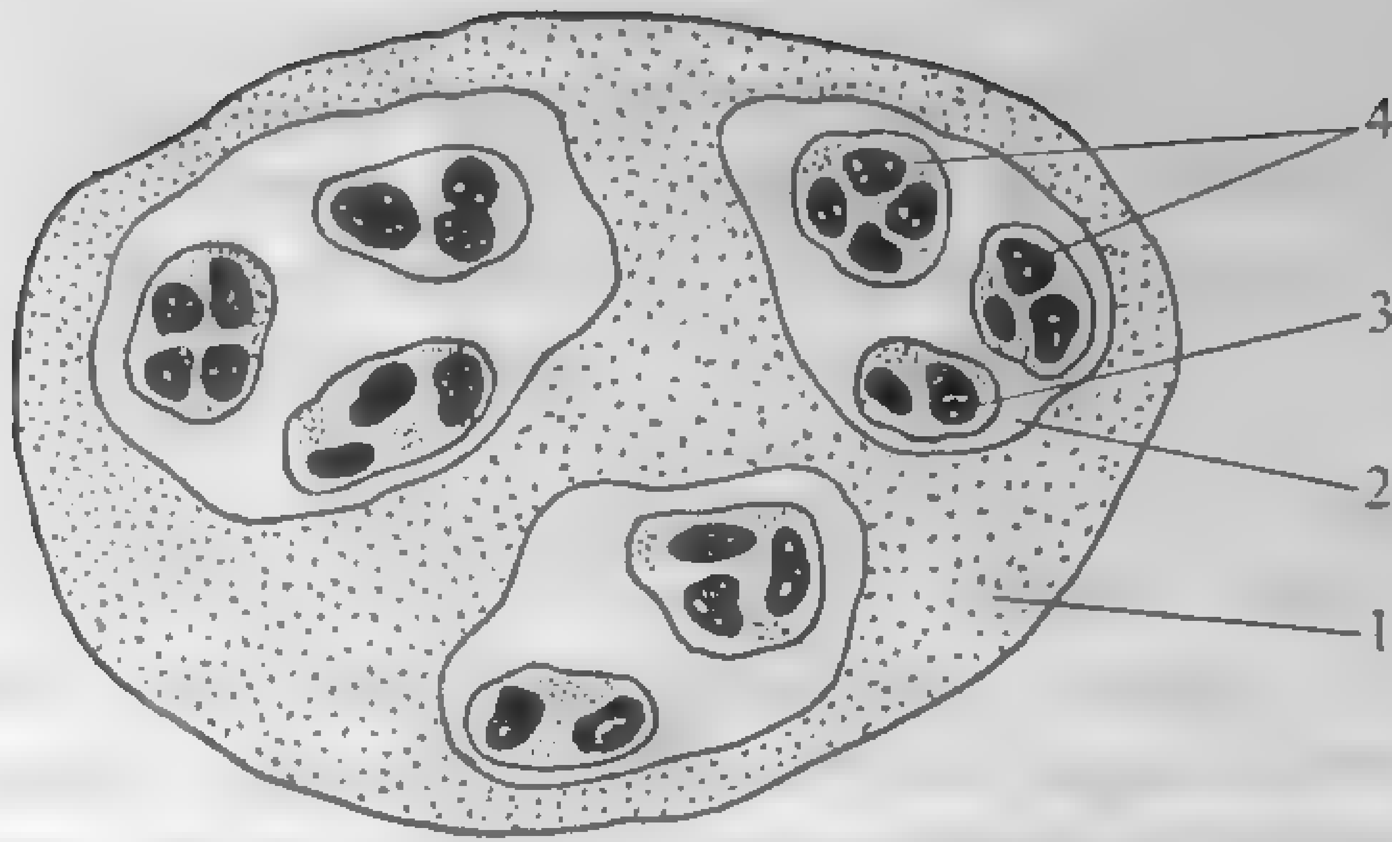
Большасць арганізмаў на Зямлі адносяць да *аэробных, якія жывуць пры наяўнасці свабоднага кіслароду.* Меншая частка, куды ўваходзяць мікраарганізмы, адносіцца да *анаэробных* арганізмаў, *якія жывуць па-за кіслародным асяроддзем*, пераважна ў прыродных слаях замкнёных вадаёмаў і ў глебах.

Падзелы жывых арганізмаў можна прадоўжыць. У прыватнасці можна назваць падзел арганічнага свету нашай планеты на раслін і жывёл, якія, у сваю чаргу, сістэматызаваны ў відавых і марфалагічных адносінах.

3.2. ПАПУЛЯЦЫЯ ЯК АСНОЎНАЯ ПРЫРОДНАЯ АДЗІНКА ІСНАВАННЯ, ПРЫСТАСАВАННЯ І ЎЗНАЎЛЕННЯ ВІДУ

Першай надарганізменнай біялагічнай сістэмай з'яўляецца **папуляцыя**. Па сутнасці, усе жывыя арганізмы існуюць толькі ў форме папуляцый. **Папуляцыя** (ад лац. *populus* — народ, насельніцтва) — **гэта сукупнасць раслінных ці жывёльных арганізмаў аднаго віду, якія займаюць на працягу доўгага часу пэўную тэрыторыю, унутры якой адсутнічаюць ізаляцыйныя бар'еры і здзяйсняецца вольнае скрыжаванне (панміксія).**

Папуляцыя з'яўляецца элементарнай адзінкай эвалюцыйнага працэсу. Яна — адначасова вынік эвалюцыі і "зародак" новага біялагічнага віду. Яна мае адзіную спадчынную аснову (генафонд). Разам з тым папуля-



Мал. 3.1. Прасторавыя падраздзяленні папуляцый (по Н. П. Наумову и И. Н. Пономаревой, 1975):
1 — арэал віду; *2, 3, 4* — адпаведна геаграфічная, экалагічная і элементарная папуляцыі.

цыя не выключае індывідуальнай зменлівасці асобін.

Эколагі кіруюцца рознымі прынцыпамі для выдзялення і класіфікацыі папуляцый як тэрытарыяльных груповак у межах віду.

М.П.Навумаў (1963) на прыкладзе млекакормячых разглядае від як іерархічную сістэму папуляцый розных рангаў. Яго класіфікацыя (мал. 3.1) грунтуецца на ландшафтна-біятапічным падыходзе да выдзялення папуляцыйных адзінак. Найбольш буйныя тэрытарыяльныя групоўкі віду — падвіды, ці геаграфічныя расы. Сістэма падвідаў і маштабы занятай імі тэрыторыі залежаць ад біялагічных асаблівасцей віду. Арэалы падвідаў у рухомых форм могуць быць вельмі вялікімі. У іх межах на тэрыторыях з аднароднымі геаграфічнымі ўмовамі выдзяляюцца *геаграфічныя папуляцыі*, якія адрозніваюцца аднолькавым прыстасаваннем да клімату і ландшафту. Яны, у сваю чаргу, складаюцца з больш дробных папуляцый, што насяляюць розныя ўчасткі асяроддзя. Да папуляцый больш нізкага рангу ўжываюць розныя назвы: *экалагічныя, біятапічныя, мясцовыя, лакальныя, элементарныя* і г.д.

Кожная папуляцыя мае пэўную структуру: узроставую (суадносіны асобін рознага ўзросту), палавую (суадносіны палоў), прасторавую (калоніі, сем'і, чароды). Акрамя таго, кожная папуляцыя, якая пражывае ў тым ці іншым месцы, *мае пэўную колькасць (аб'ём) і амплітуду ваганняў гэтай колькасці.*

Структура папуляцыі, яе колькасць і дынаміка вызначаюцца экалагічнай нішай дадзенага віду, адпаведнасцю ўмоў месцапражывання (рэжымаў фактараў асяроддзя), патрабаваннямі (талерантнасцю) асобін, што складаюць папуляцыю. Таму непасрэдна ці ўскосна ўплываючы на жывёльны і раслінны свет, чалавек заўсёды ўздзейнічае на папуляцыі, змяняе іх параметры, дынаміку і структуру, часцяком парушаючы іх адпаведнасць рэальным рэжымам экалагічных фактараў.

Папуляцыі ўласціва вялікая здольнасць да адаптацыі. Паняцце адаптацыі ўжываецца з двума сэнсавымі адценнямі. У "статычным" сэнсе пад адаптацыяй разумеюць меру адпаведнасці сістэмы асяроддзю, у якім яна функцыяніруе. У "дынамічным" сэнсе паняцце адаптацыі абазначае працэс прыстасавання сістэмы да зменлівых умоў асяроддзя, г.зн. сістэма змяняецца адпаведна (адэкватна) змяненню асяроддзя і функцыяніруе ва ўмовах зមененага асяроддзя.

Працэс узнікнення адаптацый называецца **адаптацыягенезам**, а адаптыўныя паводзіны папуляцыі і біялагічнага віду — **эвалюцыяй** (у дарвінаўскім разуменні). Папуляцыя з'яўляецца элементарнай эвалюцыяніруючай адзінкай, г.зн. самай меншай групай асобін аднаго біялагічнага віду, здольнай да самастойнай эвалюцыі. Асобіна ў папуляцыі з'яўляецца аб'ектам дзеяння асноўнага эвалюцыйнага фактару — натуральнага адбору, а біялагічны від з'яўляецца вынікам эвалюцыі папуляцый.

У працэсе натуральнага адбору, як асноўнага фактару эвалюцыі, дасягаецца сапраўды дзіўная адаптацыя арганізмаў да асяроддзя іх пражывання.

Нягледзячы на тое што вытворчасць пестыцыдаў (ад лац. *pestis* — зараза) і іх разнастайнасць павялічваюцца, "шкодныя" жывёлы і расліны застаюцца пераможцамі ў вайне чалавека супроць іх.

Аднак нярэдка адаптыўныя магчымасці шматлікіх папуляцый недастатковыя, і папуляцыя можа загінуць пры некаторых зменах у навакольным асяроддзі. Тыповым прыкладам з'яўляецца рэзкае паніжэнне колькасці многіх жывёл, якія зараз заносяцца ў Чырвоную кнігу і разглядаюцца як знікаючыя. Крайні выпадак — гэта знішчэнне (генацыд) віду. Так адбы-

лося са стэлеравай каровай, вандроўным голубам, еўрапейскім турам.

Папуляцыі апісваюць з дапамогай розных паказчыкаў (характарыстак ці параметраў), якія звычайна зводзяць у дзве групы: *статыстычныя* і *дынамічныя*. *Статыстычныя* характарызуюць становішча папуляцыі ў які-небудзь пэўны момант часу. *Дынамічныя* характарызуюць працэсы, якія працякаюць у папуляцыі за некаторы прамежак часу. Да статыстычных паказчыкаў адносяць колькасць, шчыльнасць папуляцыі, а таксама розныя характарыстыкі папуляцыйнай структуры (узроставай, прасторавай, палавой і інш.). Да дынамічных паказчыкаў адносяцца велічыні, якія ацэньваюць інтэнсіўнасць працэсаў, што адбываюцца ў папуляцыі: нараджальнасць, смяротнасць, біятычны патэнцыял, тыпы росту колькасці папуляцыі і інш. Назіраючы за параметрамі папуляцыі, эколагі робяць выснову аб яе жыццяздольнасці, што мае вялікі прыродаахоўны аспект.

Ахова жывой прыроды, такім чынам, заключаецца ў забеспячэнні нармальнага функцыяніравання папуляцый жывых арганізмаў, адпаведнасці іх саставу і структуры канкрэтным умовам месцапражывання. Сказанае справядліва і да чалавека, які мае сваю экалагічную нішу і існуе ў стане адзінай агульначалавечай папуляцыі.

3.3. АРГАНІЗАЦЫЯ НА ЎЗРОЎНІ ЗГУРТАВАННЯ (БІЯЦЭНОЗУ)

У прыродзе папуляцыі розных відаў інтэгруюцца ў макрасістэмы больш высокага рангу — у так званыя згуртаванні, або біяцэнозы. **Біяцэноз** (ад грэч. *bios* — жыццё, *koinos* — агульны) — **гэта арганізаваная група папуляцый раслін, жывёл і мікраарганізмаў, якія жывуць сумесна ў адных і тых жа ўмовах асяроддзя і ўзаемадзейнічаюць паміж сабой.**

Біяцэноз існуе ў межах біятопу, да якога ён вельмі прыстасаваны. **Біятоп — гэта геаграфічная прастора з больш або менш аднароднымі ўмовамі, заселеная тым або іншым згуртаваннем (біяцэнозам).** Інакш кажучы, біятоп — гэта месца існавання, месцазнаходжанне біяцэнозу.

Біяцэноз і яго біятоп складаюць два непадзельныя

элементы, дыялектычнае адзінства, якія ствараюць біялагічную макрасістэму яшчэ больш высокага рангу — **экасістэму, або біягеацэноз.**

Каб спрасціць вывучэнне біяцэнозу, яго ўмоўна можна раздзяліць на асобныя кампаненты: *фітацэноз* — расліннае згуртаванне, *зоацэноз* — жывёльны свет, *мікрабацэноз* — згуртаванне мікраааргнізмаў. Але такое драбленне прыводзіць да штучнага і фактычна няправільнага выдзялення з адзінага прыроднага комплексу груповак, якія самастойна існаваць не могуць. Ні ў адным месцазнаходжанні не можа быць дынамічнай сістэмы, якая складалася б толькі з раслін або толькі з жывёл.

Паняцце "біяцэноз" было ўведзена прафесарам Кільскага універсітэта Карлам Мёбіусам (1877). Пры даследаванні "вустрычных банак" (водмеляў) Паўночнага мора ён прыйшоў да высновы, што яны з'яўляюцца не выпадковымі механічнымі вялікімі колькасцямі вустрыц і другіх марскіх беспазванковых, але комплексамі арганізмаў, якія сфарміраваліся пад уздзеяннем натуральнага адбору і барацьбы за існаванне. Мёбіус вызначыў біяцэноз як згуртаванне арганізмаў, якія насяляюць адзіны ўчастак асяроддзя пражывання (аднародны біятоп) і прама ці ўскосна залежаць адзін ад аднаго. У далейшым атрымала развіццё ідэя аб біяцэнозе як звышарганізме ці сацыяльнай адзінцы. "Лес ёсць сацыяльны раслінны арганізм", — пісаў заснавальнік вучэння аб лесе Г.Ф. Марозаў. "Згуртаванні жывёл ... гэта не проста групоўкі сумесна пражываючых відаў, яны ствараюць цесна звязаныя згуртаванні ці грамадствы, параўнальныя з нашым уласным", — адзначаў адзін з заснавальнікаў экалогіі Ч.Элтан (1927). Аднак канцэпцыя біяцэнозу як звышарганізма, таксама як і сацыяльнай з'явы, падобнай да чалавечага грамадства, падверглася крытыцы.

Біятычнае згуртаванне (біяцэноз) — гэта ў сваім родзе арганізацыйная адзінка ў тым сэнсе, што яна валодае некаторымі адметнымі ўласцівасцямі, якія не характэрны для яе кампанентаў — асобін і папуляцый, і функцыяніруе як адзінае цэлае дзякуючы ўзаемазвязаным метабалічным пераўтварэнням. Біятычнае згуртаванне ўяўляе жывую частку экасістэмы.

Канцэпцыя згуртавання адносіцца да ліку найбольш важных паняццяў у экалагічнай тэорыі і практыцы. Яна важная з тэарэтычнага пункту гледжання, улічваючы той факт, што розныя арганізмы звычайна ствараюць арганізаваную сістэму, а не раскіданы па Зямлі выпадкова як незалежныя істоты. Як амёба, біятычнае згуртаванне пастаянна мяняе сваё вонкавае аблічча (мысленна ўявіце сабе восеньскі і зімовы лес), аднак яно валодае структурай і функцыямі, якія можна вывучыць і апісаць і якія з'яўляюцца унікальнымі атрыбутамі гэтай групы.

Канцэпцыя згуртавання мае вялікае значэнне ў экалагічнай практыцы, бо функцыяніраванне арганізма залежыць ад згуртавання. Таму калі мы хочам "кантраляваць" які-небудзь від, г.зн.садзейнічаць яго росквіту ці, наадварот, падавіць яго, то іншы раз лепш мадыфікаваць згуртаванне, чым пачынаць прамую "атаку" на гэты від. Так, напрыклад, пры развядзенні перапёлак мэтазгодна падтрымліваць спецыфічнае біятычнае згуртаванне, у якім склаліся аптымальныя ўмовы для існавання іх папуляцыі, чым гадаваць і выпускаць гэтых птушак ці ўздзейнічаць на абмежавальныя фактары (напрыклад, на драпежнікаў). Змагацца з камарамі больш эфектыўна і танна, пераўтвараючы воднае згуртаванне (напрыклад, змяняючы ўзровень вады), а не спробамі ўздзейнічаць непасрэдна на іх ядахімікатамі. Паколькі пустазелле развіваецца толькі пры пастаянным парушэнні глебавага покрыва, лепшы спосаб барацьбы з пустазеллем, якое расце, напрыклад, па абочынах дарог, — гэта спыненне перакопвання і ўзворвання прыдарожных палосаў, садзейнічанне развіццю расліннага покрыва, з якім пустазелле канкурыраваць не можа.

Дабрабыт чалавека, таксама як і існаванне перапёлкі, камара ці пустазелля, залежыць у канчатковым выніку ад прыроды згуртаванняў і экасістэм, на якія ён уздзейнічае.

Характарыстыка біяцэнозу ўключае апісанне шэрагу яго **параметраў**: *відавога складу, дамінавання, структуры* і інш.

У паняцце *відавы склад біяцэнозу* ўключаюцца ўсе віды, якія зафіксаваны ў пэўны момант часу. Адрозні-

ваюць бедныя і багатыя відамі біяцэнозы. Чым больш экалагічных ніш у біяцэнозе, тым багацейшы яго склад. У сваю чаргу колькасць магчымых экалагічных ніш узрастае з павелічэннем відавой разнастайнасці згуртаванняў.

Адны віды біяцэнозу могуць быць прадстаўлены шматлікімі папуляцыямі, а другія малалікімі. Папуляцыі, якія пераважаюць па колькасці ці біямасе, называюць *дамінуючымі*, ці *дамінантамі*. Яны вызначаюць у асноўным аблічча біяцэнозу.

Захаванне біяцэнозу пры розных уздзеяннях навакольнага асяроддзя магчыма толькі ва ўмовах дасканала арганізаванай структуры згуртавання. Да *элементаў структуры* адносяць *значнасць* і *разнастайнасць* відаў у згуртаванні, *пазіцыю* віду, якую ён займае ў экалагічнай нішы ў згуртаванні, *вертыкальнае* і *гарызантальнае размеркаванне* асобін у прасторы, *біятычныя ўзаемаадносіны* відаў. Розныя тыпы згуртаванняў характарызуюцца пэўнымі суадносінамі экалагічных груп арганізмаў (аўтатрофы, гетэратрофы і інш.), якія выражаюць экалагічную структуру згуртаванняў.

Да асаблівых параметраў згуртавання адносяцца таксама *структура харчовай сеткі*, *біямаса*, *прадукцыйнасць*. Некаторыя з іх будуць абмеркаваны пры разглядзе экасістэм.

3.4. ЭКАСІСТЭМА ЯК АСНОЎНАЯ АДЗІНКА БІЯСФЕРЫ

Абалонка Зямлі, у якой падтрымліваецца жыццядзейнасць актыўнай біямасы, называецца біясферай. Біясфера не з'яўляецца аднароднай абалонкай. Яна дзеліцца на буйныя вобласці або зоны, напрыклад акіян і сушу, ландшафты і г.д. Аднак гэтыя вялікія падраздзяленні зусім не з'яўляюцца элементарнымі. Напрыклад, у ландшафце таежных лясоў побач з ляснымі масівамі сустракаюцца шырокія ўчасткі балот, лугоў у поймах рэк і да т.п.

Элементарныя фрагменты біясферы павінны мець, як мінімум, дзве прыметы: 1) **адносную ўстойлівасць** і 2) **аднароднасць.** Такія элементарныя адзінкі прыроды на зямной паверхні (біясферы) А.Тэнслі (1935) назваў *экасістэмамі*, а У.М.Сукачоў (1942) *біягеацэнозамі*. Звычайна ставяць знак роўнасці паміж экасістэмай і

біягеацэнозам. Прынцыпова гэта так. Аднак прадстаўнікі школы У.М. Сукачова лічаць, што экасістэма можа ахопліваць прастору любой працягласці — ад вадзяной кроплі да акіяна і да т.п., а біягеацэноз мае строга вызначаны аб'ём. У сучаснай экалагічнай літаратуры гэтыя тэрміны разглядаюцца хутчэй як сінонімы, і часцей ужываецца тэрмін "экасістэма". Ён карацейшы і лічыцца міжнародным.

Экасістэма (ад грэч. *oikos* — дом, жыллё, месцазнаходжанне і сістэма) — ***адзіны прыродны комплекс, створаны жывымі арганізмамі і асяроддзем іх існавання, у якім жывыя і нежывыя кампаненты звязаны паміж сабою абменам рэчываў, энергіяй і інфармацыяй.***

Паняцце экасістэмы часта прымяняецца да аб'ектаў самых розных памераў. Умоўна экасістэмы раздзяляюцца на мікраэкасістэмы (суразмерныя з чалавекам), мезаэкасістэмы (памерам прыкладна 1—10 га), макраэкасістэмы (вялікіх памераў, напрыклад тайга). Агульнае ў гэтых аб'ектах заключаецца ў тым, што ў іх можна выдзеліць жывыя арганізмы (біёту), наваколле, якое акружае іх (біятоп), і разгледзіць іх узаемадзеянне. Такія функцыянальныя адзінкі маюць вельмі няпэўныя межы.

Паколькі мы дамовіліся лічыць экасістэму элементарнай адзінкай біясферы, то неабходна вызначыць яе мінімальны памер. Відавочна, ён абумоўлены магчымасцю самаўзнаўлення галоўных кампанентаў біёты і наяўнасцю для гэтага неабходных рэсурсаў. Пры такой умове *кансорцыя — насяленне экасістэмы*, якое існуе за кошт рэсурсаў аднаго дамінуючага віду, напрыклад елка (як від) з усімі звязанымі з ёй арганізмамі, або пэўная асобіна з яе сімбіёнтамі, не з'яўляецца экасістэмай.

Экасістэма — адкрытая сістэма, паколькі мае патрэбу ў пастаянным прытоку энергіі для забеспячэння жыццядзейнасці яе арганізмаў. Экасістэма паглынае сонечную энергію, пераводзіць яе ў хімічную энергію арганічных рэчываў і ў ходзе жыццёвых працэсаў пераўтварае яе ў энергію руху, электрычную энергію ската, светлавую энергію светлячка, энергію псіхікі вышэйшых жывёл і інш. Пры ўсіх пераўтварэннях заканамер-

ныя страты энергіі і рассейванне яе за межамі сістэмы.

У экасістэме *ўваходамі* з'яўляюцца сонечная энергія і ападкі, а вада, мінеральныя рэчывы, г.зн. матэрыя і энергія, — *выхадамі*. Напрыклад, у лясной сістэме драўніна, жывёлы, вада, эстэтыка і рэкрэацыйныя каштоўнасці з'яўляюцца выхадам, што выкарыстоўваецца людзьмі.

Можна вылучаць і вывучаць розныя віды экалагічных сістэм у залежнасці ад узроўню жыцця, які падлягае даследаванню. Біясфера і ўсё навакольнае асяроддзе ўяўляе сабой гіганцкую экалагічную сістэму. У біясферы існуюць экасістэмы лясоў, лугоў, балот і палёў, г.зн. біятычнае згуртаванне сумесна з яго фізічным навакольным асяроддзем. На ніжніх ступенях кожная расліна ці жывёліна індывідуальныя, маюць асобнае навакольнае мікраасяроддзе, ствараючы біялагічную сістэму. *Экасістэму можна таксама разбіць на іерархію падсістэм*, заснаваных на розніцы ў працэсах. Напрыклад, падсістэмы экасістэмы ўключаюць: падсістэму пераносу энергіі, падсістэму ападкаў, падсістэму руху мінеральных рэчываў.

Экасістэмамі з'яўляюцца збудаванні біялагічнай ачысткі сцёкавых водаў: аэратэнкі, біялагічныя фільтры. Яны ўяўляюць сабой згуртаванні жывых арганізмаў, пераважна бактэрый і прасцейшых, якія ствараюць так званы актыўны глей. Кожны від гэтых мікраарганізмаў мае сваю экалагічную нішу і можа існаваць у пэўных умовах. Зусім зразумела, што гэтыя экасістэмы ствараюцца і кіруюцца чалавекам, які выкарыстоўвае ў сваіх інтарэсах біялагічныя працэсы.

Комплексы арганізмаў (біяцэнозы) ствараюцца і на водазаборных і вадаскідных збудаваннях. Пры гэтым у шэрагу выпадкаў іх жыццядзейнасць аказваецца відавочна непажаданай, напрыклад у выпадку развіцця слізестваральных бактэрый і ніжэйшых грыбоў.

Экасістэмы збудаванняў ачысткі змяняюцца на працягу часу з прычыны паглынання паступаючых сюды рэчываў, змянення колькасці жывых кампанентаў. Пры гэтым іх работа вызначаецца іх станам, які чалавек павінен падтрымліваць.

Агульным і самым галоўным у любой экасістэме з'яўляецца харчовы (трафічны) ланцуг, які звязвае фізічнае навакольнае асяроддзе з жывымі кампанентамі экасістэмы.

Харчовым ланцугом называецца шэраг жывых арганізмаў, у якім адны арганізмы паядаюць папярэднікаў з ланцуга і ў сваю чаргу аказваюцца з'едзенымі тымі, хто ідзе следам за імі.

Існуюць *два тыпы харчовых ланцугоў*: адны пачынаюцца *жывымі раслінамі,* якімі харчуюцца траваедныя жывёлы; другія пачынаюцца *нежывымі* і больш або менш *згніўшымі рэчывамі расліннага або жывёльнага паходжання*, якія ўжываюць дэтрытаедныя формы (дэтрыт — мёртвы арганічны матэрыял).

У выпадку, калі харчовы ланцуг пачынаецца з жывых раслін, у ім можна выдзеліць наступныя звёны (катэгорыі).

Прадуцэнты (ад лац. *producens* — той, што вырабляе, стварае) — аўтатрофныя арганізмы, якія ствараюць арганічнае рэчыва з простых неарганічных злучэнняў. Да іх належаць фота- і хематрофныя арганізмы. Вырабленыя імі рэчывы пакрываюць іх уласныя патрэбы ў харчаванні.

Першасныя кансументы (ад грэч. *consumcio* — спажываю) — гэта ў асноўным траваедныя жывёлы або фітафагі, якія харчуюцца аўтатрофнымі прадуцэнтамі (насякомыя, з млекакормячых — грызуны і капытныя).

Другую, менш распаўсюджаную групу першасных кансументаў складаюць п а р а з і т ы (як жывёлы, так і расліны) зялёных раслін, якія жывуць за кошт свайго гаспадара, але не забіваюць яго.

Другасныя кансументы — харчуюцца траваеднымі. Яны адносяцца да самых разнастайных сістэматычных груп.

Да трацічных кансументаў належаць драпежныя, якія ў сваю чаргу харчуюцца драпежнымі жывёламі, г.зн. другаснымі кансументамі. У абедзвюх гэтых групах могуць быць д р а п е ж н і к і, якія ловяць і забіваюць сваю здабычу перад тым, як яе з'есці, п а р а з і т ы, якія больш або менш літуюць сваіх гаспадароў, і, нарэшце, ж ы в ё л ы, я к і я х а р ч у ю ц ц а т р у п а м і.

Можна выдзеліць таксама кансументы чацвёртага, пятага парадку і г.д. Звычайна харчовыя ланцугі складаюцца не больш як з 5—6 звёнаў.

Канчатковае звяно харчовага ланцуга ствараюць так званыя **дэструктары-рэдуцэнты** — арганізмы, якія раскладаюць мёртвае арганічнае рэчыва. Гэта пераважна мікраарганізмы (бактэрыі, грыбы-сапрафіты, дрожджы), якія пасяляюцца ў трупах і экскрэментах і паступова іх разбураюць. Дзякуючы іх дзейнасці адбываецца зварот у глебу мінеральных элементаў.

У другім тыпе харчовыя ланцугі ў шэрагу выпадкаў пачынаюцца з нежывых арганічных рэчываў, калі кансументамі аказваюцца дэтрытаедныя арганізмы. Імі могуць быць малыя жывёліны, пераважна беспазваночныя, якія жывуць у глебе, харчуюцца апалым лісцем, ці бактэрыі і грыбы, якія раскладаюць арганічныя рэчывы.

У большасці выпадкаў дзейнасць абедзвюх груп арганізмаў адрозніваецца вялікай узгодненасцю: жывёлы ствараюць умовы для работы мікраарганізмаў, раздзяляючы трупы загінуўшых жывёл і раслін на дробныя часткі.

Харчовыя ланцугі, якія пачынаюцца з траваедных і дэтрытаедных арганізмаў, часцей за ўсё існуюць ў экасістэмах адначасова, але амаль заўсёды адзін з іх дамінуе над другім. Тым не менш у некаторых спецыфічных асяроддзях, напрыклад абісальнай (бяздоннай зоне марскога дна) і падземнай, дзе існаванне арганізмаў з хларафілам немагчыма з-за адсутнасці святла, захоўваюцца толькі харчовыя ланцугі, якія пачынаюцца з дэтрытаедных формаў.

Арганізмы лічацца прыналежнымі да *аднаго трафічнага ўзроўню* ў тым выпадку, калі ў ланцугу харчавання яны аддзелены ад расліннасці з хларафілам роўным лікам звёнаў. Зялёныя расліны складаюць па сваёй прыродзе *першы трафічны ўзровень.* У ланцугу харчавання, які ўключае дэтрытаедных, першы трафічны ўзровень утвараюць арганічныя рэшткі.

Не варта забываць, што трафічны ўзровень і харчовы ланцуг уяўляюць сабою некаторае спрашчэнне: усяедныя жывёлы, напрыклад, харчуюцца адначасова раслiннай і жывёльнай ежай, а некаторыя драпежнікі маюць вялікі набор ахвяр.

Паколькі пэўная жывёліна або расліна могуць служыць харчам як розным драпежным, так і траваедным, харчовыя ланцугі часцей за ўсё перакрыжоўваюцца адзін з адным, складаючы *харчовую сетку.*

Выкладзенае паказвае, з якімі цяжкасцямі спалучана дэталёвае апісанне харчовых ланцугоў, што ствараюць у харчовай сетцы складанейшы клубок, амаль немагчымы да разблытвання. У сувязі з гэтым прыйшлося абмежавацца схематычным адлюстраваннем сеткі і разглядаць толькі галоўныя катэгорыі: першасныя прадуцэнты, першасныя кансументы, другасныя кансументы, да якіх прымыкаюць дэструктары. Іх можна умоўна адлюстраваць у выглядзе прамавугольнікаў роўнай вышыні, даўжыня ці плошча якіх адпавядае значнасці розных катэгорый. Змяшчаюць гэтыя прамавугольнікі адзін над другім, атрымліваюць свайго роду *экалагічную піраміду,* г.зн. *графічнае адлюстраванне трафічнай структуры экасістэмы.*

Калі ўяўляць любы харчовы ланцуг у выглядзе прамавугольнікаў, даўжыня якіх прапарцыянальная ліку асобін у кожным трафічным узроўні, то атрымаецца фігура, якая называецца *пірамідай лікаў.* Калі для кожнага трафічнага ўзроўню замест ліку асобін указаць біямасу адпаведных арганізмаў, атрымаем *піраміду біямас.* Лепш за ўсё для адлюстравання структуры экасістэмы карыстацца *пірамідамі энергіі,* але для іх пабудовы часта не хапае даных.

Піраміда лікаў дрэнна выяўляе сапраўднае становішча рэчаў, паколькі не адлюстроўвае значнасці асобін розных відаў, якія адносяцца да адной катэгорыі. Згодна з такой сістэмай, слон будзе ацэнены таксама, як і тэрміт, адной адзінкай, што яўна абсурдна. Настолькі ж абсурдна прыраўняць дуб і мікраскапічную водарасць, што знаходзіцца на яго ствале. Больш дапушчальная піраміда, заснаваная на біямасах. Асноўнае прызначэнне такой піраміды ў тым, што яна паказвае колькасць жывога рэчыва на кожным трафічным узроўні (вагу, каларыйнасць ці іншую меру рэчыва). Але яна не ўлічвае розніцу складу асобных частак раслін і жывёл, якія не могуць карміць адных і тых жа кансументаў. У той жа час піраміда біямас дае вельмі цікавыя звесткі аб экасістэме, якая знаходзіцца ў гаме-

астазе. У якасці прыкладу цікава параўнаць колькасныя даныя па біямасе экасістэм у розных частках біясферы.

Піраміда энергіі паказвае велічыню патоку энергіі і (ці) прадукцыйнасць кожнага трафічнага ўзроўню. Яна дае найбольш поўнае ўяўленне пра функцыянальную арганізацыю згуртаванняў, паколькі лік і маса арганізмаў залежаць не ад колькасці фіксаванай энергіі, якая мелася на папярэднім узроўні, а ад скорасці прадуцыравання харчу. Піраміда энергіі заўсёды звужаецца кверху. У наземных экасістэмах памяншэнне колькасці даступнай энергіі звычайна суправаджаецца памяншэннем біямасы і колькасці асобін на кожным трафічным узроўні.

3.6. ГАМЕАСТАЗ І СУКЦЭСІЯ ЭКАЛАГІЧНАЙ СІСТЭМЫ

Калі на працягу некалькіх гадоў вывучаць жыццё асобных раслінных і жывёльных відаў і параметры фактараў асяроддзя якой-небудзь вялікай і складанай экасістэмы (напрыклад, спелага ліставога ці хваёвага лесу, разнатраўнага лугу), то можна заўважыць, што кожная папуляцыя і кожны фактар асяроддзя паказваюць больш ці менш значныя, часам і рэзкія ваганні розных параметраў. Гады, урадлівыя на жалуды дуба ці шышкі сасны, змяняюцца неўрадлівымі. Адрозніваюцца гады грыбныя і негрыбныя (розніца ў сотні разоў па выхадзе прадукцыі), багатыя насякомымі і бедныя, засушлівыя і вільготныя, з позняй ці ранняй вясной, багатыя снегам зімы і бясснежныя, гады з высокім і нізкім узроўнем грунтавых водаў і г.д. Тым не менш экасістэма ў цэлым захоўваецца, а яе экалагічны і энергетычны баланс параўнальна з асобнымі яе кампанентамі змяняецца на дзіва мала.

Відавочна, для экасістэмы характэрны кампенсацыйныя механізмы, дазваляючыя дапаўняць адмоўны ўплыў аднаго змянення якога-небудзь кампанента, жывога або нежывога, станоўчым змяненнем другога і, наадварот, паказваючы тым самым інтэгрыруючы эфект сістэмы. **Здольнасць экасістэмы супрацьстаяць змяненням яе біятычных і абіятычных кампанентаў і захаваць на працягу доўгага часу ўласцівую ёй устойлівасць прадуцыравання і раскладання арганічнага рэ-**

чыва называецца *гамеастазам* (ад грэч. *homolos* — той жа, *stasis* — становішча) **экасістэмы.**

Гамеастаз заснаваны на так званай зваротнай сувязі, якая супрацьстаіць акту, які парушае сістэму, і тым самым гасіць яго дзеянне. Зваротная сувязь складаецца са спалучэння станоўчай і адмоўнай сувязяў. Так, павелічэнне папуляцыі ахвяры выклікае павелічэнне папуляцыі драпежніка (станоўчая сувязь). Але павелічэнне папуляцыі драпежніка выклікае памяншэнне папуляцыі ахвяры (адмоўная сувязь). Пасля некаторых затухальных ваганняў у той і другі бок сістэма драпежнік—ахвяра аднаўляе пачатковае ўстойлівае становішча.

Кампенсацыйныя змяненні можна растлумачыць на прыкладзе, прыведзеным Д.М.Кашкаравым (1933). Дапусцім, у дубовым лесе моцна размножыліся вусені няпарнага шаўкапрада, якія выклікалі значнае агаленне лісця і, такім чынам, рэзкае скарачэнне прадукцыі лісцяў і насення. Аднак аптымальнае асвятленне глебы і багатыя экскрэменты вусеняў, што ўгноілі зямлю, выклікалі рост пышнай травы. Нізкі ўраджай жалудоў пагоршыў жыццё кабана, жалудовай пладажэркі, жалудовага даўганосіка (паніжэнне выхаду другаснай прадукцыі), але густая трава павысіла прадукцыйнасць аленя, казулі, конікаў, травяністых совак.

Экасістэма як храналагічнае паняцце функцыяніруе ў значных маштабах часу, як правіла, на парадак больш, чым генерацыі членаў згуртавання. З часам у экасістэме любой ступені ўстойлівасці настаюць змяненні, якія закранаюць як біятычную, так і абіятычную часткі. Прыкладаў дынамікі экасістэм можна прывесці шмат. Так, пры запаўненні глеем возера з глыбокага паступова ператвараецца ў мелкаводнае, затым у балота, а ў некаторых выпадках і ў лес на сухой глебе.

Гэты працэс развіцця экасістэмы атрымаў назву сукцэсіі. ***Сукцэсія*** (ад лац. *successio* — пераемнасць, спадчыннасць) — **паслядоўнае, мэтанакіраванае змяненне экасістэмы** (у больш вузкім сэнсе — змена складу біяцэнозу) **у выніку дзеяння вонкавых і ўнутраных прычын.**

Сукцэсія называецца першаснай, калі яна пачынаецца з фарміравання біяцэнозу на незаселенай прасто-

ры (субстраце). Калі ж яна пачынаецца ў прасторы, з якой выдалены важнейшыя часткі ранейшага біяцэнозу, то яна называецца другаснай. Пры першасных сукцэсіях згуртаванні раслін і жывёл узнікаюць на пазбаўленых жыцця месцах (на пясчаных дзюнах, горных пародах, агаленых у выніку эрозіі глебах і інш.), пры другасных адбываецца самаўзнаўленне парушаных згуртаванняў (напрыклад, пажарамі, ветраваламі, навадненнямі і інш.).

У любым выпадку (першаснай або другаснай сукцэсіі) прастора асвойваецца так званымі першапасяленцамі (піянерамі). Дрэвавыя віды — тыповыя піянеры, маюць лёгкае насенне, якое распаўсюджваецца ветрам (радзей птушкамі) на значныя адлегласці; прарастанне іх стымулюецца святлом. Яны маюць кароткі перыяд індывідуальнага развіцця (рана дасягаюць этапа спеласці), хуткі рост у вышыню і развіццё пры высокай асветленасці, лёгкую ўзнаўляльнасць і высокую скорасць захопу рэсурсаў. У нашай зоне да іх можна аднесці вярбу, вольху шэрую, бярозу, асіну.

Першапачатковы біяцэноз складаецца з амаль выпадковых папуляцый, якія адрозніваюцца нізкім узроўнем гамеастаза. На наступных этапах эвалюцыі экасістэмы ў ёй захоўваюцца толькі ўсё больш адпаведныя ўмовам асяроддзя і біятопа папуляцыі. Пастулова адбываецца стабілізацыя складу біяцэнозу і дасягаецца яго адпаведнасць біятопу і асяроддзю пражывання. *Канечным этапам эвалюцыі з'яўляецца стабільны біяцэноз, які доўгі час захоўваецца нязменным. Такі біяцэноз называецца клімаксавым, або проста* **клімаксам** (ад грэч. *klimax* — лесвіца, вышэйшая кропка). Шэраг паслядоўна змяняючыхся ў працэсе сукцэсіі біяцэнозаў утварае *серыю:*

Першапасяленцы (піянеры) → → … → → Клімаксавы біяцэноз (клімакс)
Стадыі развіцця, ствараючыя серыю біяцэнозаў

Клімакс — гэта мяжа, абумоўленая біятопам, да якога асімптатычна прыбліжаецца біяцэноз экасістэмы. Але гэтая мяжа — не прыпынак ў развіцці. Перш за ўсё клімакс з'яўляецца станам дынамічнай устойлівасці, г.зн. у сярэдзіне біяцэнозу пастаянна адбываюцца

працэсы падтрымкі стану ў выглядзе кругавароту рэчываў, узнаўлення папуляцый, мікрасукцэсій на месцы ветравалаў і г.д.

3.7. КРУГАВАРОТ РЭЧЫВАЎ І ПАТОК ЭНЕРГІІ. ЭКАЛАГІЗАЦЫЯ ВЫТВОРЧАСЦІ

Паміж жывой (біяцэноз) і нежывой (біятоп) часткамі экасістэмы адбываецца пастаянны абмен рэчываў за кошт энергіі, ці так званы кругаварот. Звычайна адрозніваюць вялікі (біясферны) і малы (у межах экасістэмы) біялагічныя (ці біятычныя) кругавароты.

Біялагічны кругаварот — *гэта бесперапынны цыклічны перанос і пераразмеркаванне рэчываў у межах экалагічных сістэм рознага ўзроўню — ад асобных экасістэм да біясферы ў цэлым.* Ён звязаны з існаваннем і працэсамі жыццядзейнасці раслін, жывёл і мікраарганізмаў. Асноўнымі формамі біялагічнага кругавароту з'яўляюцца фотасінтэз, дыханне жывых арганізмаў і харчовыя сувязі.

У спрошчанай схеме біялагічны кругаварот рэчываў выглядае наступным чынам. Расліны (прадуцэнты) спажываюць вуглекіслату і выдзяляюць кісларод. Жывёлы (кансументы) спажываюць кісларод, паядаюць расліны і выдзяляюць вуглекіслату. Мёртвых жывёл і раслін перапрацоўваюць бактэрыі, грыбы, прасцейшыя, насякомыя і іншыя рэдуцэнты (дэструктары), якія разбураюць іх, ператвараючы ў мінеральныя або простыя арганічныя злучэнні, якія спажываюцца раслінамі. Кола кругавароту замкнулася і можа паўтарацца. Пры гэтым сінтэз і разбурэнне арганічных злучэнняў знаходзяцца ў пэўных суадносінах, што ляжаць у аснове жыцця і складаюць адну з галоўных яе асаблівасцяў.

Сутнасць жыцця, як бачым, складаецца з такіх працэсаў, як рост і самаўзнаўленне арганізмаў, сінтэз імі складаных хімічных злучэнняў. На забеспячэнне свайго існавання кожны жывы арганізм павінен атрымаць пэўную колькасць энергіі, якая расходуецца на наступныя патрэбы: падтрыманне жыцця, перамяшчэнне ў прасторы, роставыя працэсы, фарміраванне элементаў, неабходных для размнажэння.

Крыніцай энергіі для ўсіх жыццёвых працэсаў, якія адбываюцца на Зямлі, з'яўляецца сонечная энергія,

акумуляваная зялёнымі раслінамі-прадуцэнтамі. На ўзроўні прадуцэнтаў эфектыўнасць выкарыстання сонечнай энергіі складае не болей 0,1 — 0,5%.

Больш паловы энергіі, што звязваецца пры фотасінтэзе, тут жа расходуецца на дыханне раслін, а астатняя асімілюецца ў арганічным рэчыве раслін і пастурае ў харчовыя ланцугі.

Траваедныя жывёлы (фітафагі) для стварэння біямасы свайго цела выкарыстоўваюць у сярэднім усяго прыкладна 1% энергіі, што змяшчаецца ў раслінах, якімі харчуюцца фітафагі. Прадукцыйнасць на іншых трафічных узроўнях дасягае 10%.

Перанос энергіі з аднаго трафічнага ўзроўню экасістэмы на наступныя прыводзіць да пераходу значнай часткі канцэнтраванай формы энергіі ў рассеяную. У адносінах да экасістэмы з гэтага вынікае, што энергія пакідае і экасістэму, і біясферу, таму што большасцю арганізмаў рассеяная энергія не выкарыстоўваецца.

У канчатковым выніку паводзіны энергіі ў экасістэме з'яўляюцца аднабакова накіраванымі ў напрамку яе рассеяння і страты. У той жа час рэчыва ў экасістэмах рухаецца, як раней ужо адзначалася, цыклічна і знаходзіцца ў шматразовым абарачэнні.

Для атрымання энергіі, стварэння неабходнай прадукцыі чалавек здабывае, перамяшчае і перапрацоўвае прыродныя рэсурсы, тым самым уцягвае іх у **кругаварот антрапагенны**, які яшчэ называюць **рэсурсным кругаваротам.**

Пад **антрапагенным кругаваротам** *разумеюць сукупнасць пераўтварэнняў і прасторавых перамяшчэнняў пэўнага рэчыва ці групы рэчываў, якія адбываюцца на ўсіх этапах выкарыстання яго чалавекам* (уключаючы выяўленне, падрыхтоўку да эксплуатацыі, выключэнне з прыроднага асяроддзя, перапрацоўку, ператварэнне і зварот у прыроду) і *працякаюць у рамках агульнага кругавароту дадзенага рэчыва на Зямлі.*

На кожным этапе рэсурснага кругавароту адбываюцца страты выкарыстанага рэчыва. Так, пры здабычы карысных выкапняў частка іх застаецца ў месцах залягання ("апорныя цалікі"), частка так званай "пустой" пароды ідзе ў адвалы. Пры транспарціроўцы, напрыклад, драўніны значная частка яе губляецца. Пры вып-

рацоўцы энергіі практычна ўсё арганічнае паліва ператвараецца ў аксіды вугляроду, сажу, шлакі і іншыя рэчывы. Нарэшце, станкі, абсталяванне, машыны, прадметы шырокага ўжытку рана ці позна зношваюцца, выходзяць са строю, каразіруюць, рассейваюцца (напрыклад, ядахімікаты і ўдабрэнні).

Вядома, што ў працэсе рэсурснага кругавароту ўтылізуецца не больш 1—2% здабытага рэчыва, а 98—99% — так ці інакш рассейваецца ў навакольным асяроддзі.

Антрапагенны кругаварот адрозніваецца ад дасканалага і замкнутага біялагічнага кругавароту. Рэчыва, якое ўцягваецца ў рэсурсны кругаварот, практычна цалкам вяртаецца ў навакольнае асяроддзе, г.зн. кругаварот, на першы погляд, сапраўды замыкаецца. Аднак гэтае рэчыва (рэсурс) вяртаецца, па-першае, не ў тыя месцы, адкуль яно было забрана, а па-другое, у радыкальна трансфарміраваным стане, у іншых спалучэннях хімічных элементаў. Пры гэтым у прыродзе магло і не быць такіх спалучэнняў, фактычна гэта ксенабіётыкі (ад грэч. *xenos* — чужы і *bios* — жыццё), г.зн. чужародныя для прыроды спалучэнні.

Не выпадкова існуе выказванне, што забруджванне асяроддзя — гэта прыродныя рэсурсы, якія аказаліся не на сваім месцы.

Біялагічны кругаварот у прыродзе таксама не з'яўляецца "безадходным". У працэсе жыццядзейнасці арганізмаў і перадачы рэчыва па трафічным ланцугу таксама ствараюцца пабочныя прадукты, а частка рэчыва выключаецца з кругавароту, пераходзячы ў выкапнёвы стан. Аднак, па-першае, гэтыя "адходы" не з'яўляюцца ксенабіётыкамі, а па-другое, рэчыва выключаецца толькі з малога кругавароту, не ператвараецца ў "адход" літаральна, а пераходзіць у запас.

Такім чынам, рэсурсны кругаварот з'яўляецца галоўнай аб'ектыўнай прычынай забруджвання асяроддзя. Зменшыць адходы тэхналагічных працэсаў наўрад ці магчыма. Выйсце ў экалагізацыі вытворчасці. Гэта адзін з асноўных практычных і тэарэтычных кірункаў удасканалення сучаснага індустрыяльна-прамысловага спосабу вытворчасці шляхам рацыяналізацыі існуючай сістэмы прыродакарыстання. Экалагізацыя вытворчас-

ці накіравана на пераўтварэнне лінейных вытворчых працэсаў у замкнутыя, або цыклічныя, і на захаванне і ўзнаўленне прыроднага асяроддзя.

Безадходныя прадпрыемствы павінны функцыяніраваць па прынцыпу жывых арганізмаў. Арганізм спажывае прадукт харчавання, а прадукты яго абмену рэчываў (метабалізму) з'яўляюцца харчам для іншых арганізмаў. Аналагічная схема павінна быць рэалізавана ў вытворчасці, дзе адходы адной вытворчасці з'явяцца сыравінай для іншых, у тым ліку і кормам для культывуемых жывых арганізмаў.

Аднačасова з традыцыйнай задачай атрымання прамысловай прадукцыі экалагізаваная вытворчасць забяспечвае звядзенне да мінімуму ці поўнае выключэнне шкоднага ўплыву вытворчасці на прыроду, захоўвае і падтрымлівае нармальныя экалагічныя ўмовы жыццядзейнасці чалавека і іншых жывых істот.

Глава 4. БІЯСФЕРА

4.1. ВЫЗНАЧЭННЕ БІЯСФЕРЫ

Аўстрыйскі вучоны Эдвард Зюс, апісваючы геалогію Альпаў, ужыў упершыню ў 1875 годзе тэрмін "біясфера", маючы на ўвазе паверхневую геалагічную абалонку нашай планеты. Змест гэтага тэрміна быў вызначаны схематычна і не меў для практыкі вялікага значэння.

Праз шмат гадоў У.І.Вярнадскі выкарыстаў гэты тэрмін у сваім вучэнні пра біясферу Зямлі (1926). У.І.Вярнадскі назваў біясферай тую абалонку Зямлі, у фарміраванні якой жывыя арганізмы адыгрывалі і адыгрываюць асноўную ролю. **Біясфера — гэта вобласць актыўнага жыцця, якая ахоплівае ніжнюю частку атмасферы, гідрасферу і верхнюю частку літасферы.** У біясферы жывыя арганізмы (жывое рэчыва) і асяроддзе іх жыцця арганічна звязаны і ўзаемадзейнічаюць адзін з адным, ствараючы цэласную дынамічную сістэму. *Элементарнай структурнай адзінкай біясферы з'яўляецца экасістэма* (біягеацэноз).

Сфера жыцця (біясфера) ахоплівае ў той або іншай ступені ўсе абалонкі Зямлі. Па знаходжанні жывых арганізмаў за верхнюю мяжу біясферы арыентавана прымаюць вышыню 9000 м над узроўнем мора. У больш

высокіх слаях атмасферы, на мяжы трапасферы і стратасферы, жыццё прысутнічае толькі ў выглядзе спораў грыбоў і бактэрый, якія знаходзяцца ў стане спакою. Ніжняй мяжой біясферы з'яўляецца дно самых глыбокіх акіянскіх упадзін, у якіх выяўлены жывыя арганізмы (да 11 000 м ніжэй за ўзровень мора). Такім чынам, агульная працягласць біясферы па вертыкалі дасягае 20 км. Аднак у практычнай дзейнасці чалавека найбольшае значэнне мае пакуль толькі верхні слой акіяна глыбінёй крыху больш за 100 м і паверхня Зямлі да мяжы пражывання чалавека (прыкладна 5000 м над узроўнем мора).

Біясфера Зямлі можа быць ахарактарызавана ў адносінах свайго складу па асобных абалонках, якія яна ахоплівае. У ёй самым цесным спосабам узаемадзейнічаюць *літасфера*, *атмасфера*, *гідрасфера*, *жывое рэчыва* і *касмічная энергія*. У выніку такога ўзаемадзеяння ствараецца біяарганічная сістэма планеты з усёй уласцівай ёй разнастайнасцю арганічнага і мінеральна-арганічнага рэчыва.

Літасфера з'яўляецца субстратам і асяроддзем развіцця біясферы, яе глебавай абалонкі. Глебавае покрыва з мінеральным і арганічным рэчывам, якое ствараецца ў выніку выветрывання парод і мінералаў, а таксама раскладання раслінных рэштак, уяўляе сабой найважнейшы ландшафтны кампанент біясферы. У.І.Вярнадскі назваў глебу найбольш актыўнай геахімічнай зонай біясферы.

Вада — састаўная частка біясферы. Без яе немагчыма развіццё арганічнага свету і разнастайных геахімічных працэсаў, у якіх яна ўдзельнічае. Гэта гідроліз, гідратацыя, сорбцыя, комплексаўтварэнне, утварэнне раствораў і інш. Вада валодае унікальнымі фізічнымі і хімічнымі ўласцівасцямі, якія вызначаюць яе біялагічнае і экалагічнае значэнне — знаходзіцца ў розным агрэгатным стане, здольная раствараць мінеральныя і арганічныя рэчывы і ствараць растворы рознай салёнасці, кіслотнасці і шчолачнасці і інш.

Атмасфера — таксама важны кампанент біясферы. Яе газы з'яўляюцца найбольш актыўнымі ўдзельнікамі прыродных працэсаў акіслення-аднаўлення, дыхання і г.д.

Касмічная энергія ўдзельнічае ў біясферы ў форме

кароткіх ультрафіялетавых промняў сонечнай радыяцыі, доўгіх чырвоных цеплавых і прамежкавых промняў бачнага светлавога спектра, часцінак высокай энергіі і інш. Біясфера ўяўляе сабой вобласць ператварэнняў касмічнай энергіі ў новыя разнастайныя формы зямной свабоднай энергіі (электрычнай, цеплавой і інш.).

Па характару развіцця і ўмовах жыццядзейнасці арганізмаў і чалавека трэба адрозніваць два асноўныя структурныя тыпы біясферы: кантынентальны і акіянічны. *Кантынентальная частка біясферы* (суша) займае 149 млн. км^2, ці 29%, *акіянічная* — 361 млн.км^2, ці 71%. Такім чынам, на паверхні Зямлі пануе акіянічная гідрасфера. У ёй сканцэнтравана больш 1370 млрд. км^3, ці 98%, прыродных вод зямной кары. Толькі 2% вод гідрасферы прыходзіцца на прэсную ваду. Біялагічныя і геахімічныя асаблівасці кантынентальнай часткі біясферы вызначаюцца ландшафтнымі сукупнасцямі, характэрнымі для сушы. Да ліку найважнейшых ландшафтных асаблівасцяў зямной паверхні адносіцца ясна выражаная шыротная і высотная занальнасць прыродных фактараў, якая праяўляецца ў занальнасці кліматаў, у размеркаванні тыпаў, відаў і асацыяцый раслліннасці, складзе паверхневых і грунтавых вод, спалучэнні розных тыпаў рэльефу (горных, раўнінных, узвышшаў, упадзін і інш.), што вызначае рачны сцёк, гравітацыйны, механічны і хімічны спосабы пераносу і назапашвання прадуктаў выветрывання і г.д.

У *акіянічнай частцы біясферы* вызначальнымі фактарамі развіцця жыцця з'яўляюцца спецыфічны солевы, газавы, мінеральны і арганічны склад вады, глыбіня і рэльеф дна, шыротная занальнасць. Жывыя арганізмы тут прадстаўлены галоўным чынам планктонам і марскімі жывёламі, жыццё якіх залежыць ад мікраскапічных водарасцяў, дрэйфуючых у тоўшчы вады.

Надземная частка біясферы складаецца з розных вертыкальных і гарызантальных фізіка-геаграфічных зон, якія характарызуюцца спецыфікай ландшафтаў, межамі апрацоўкі сельскагаспадарчых культур, распаўсюджваннем вышэйшых і ніжэйшых раслін, пражываннем чалавека і інш. Вышэй 9000 м распаўсюджваецца "парабіясферная вобласць" (па Хатчынсану),

дзе жыццё прысутнічае толькі ў стане спакою ў выглядзе спораў грыбоў і бактэрый.

Па колькасці ападкаў адрозніваюць вільготную трапічную зону, сухія зоны палярных шырот, пустынь і паўпустынь.

Глыбінная частка зямной кары ўяўляе сабой старадаўнія біясферы з багатай гісторыяй развіцця і складам захаваных раслінных і жывёльных рэшткаў і арганічнага рэчыва. У старадаўніх біясферах сканцэнтраваны велізарныя залежы нафты, газу, гаручых сланцаў і рассеяных рэчываў. Вывучэнне старадаўніх біясфер прадстаўляе вялікі навуковы і практычны інтарэс.

Занальнасць характэрна таксама і для акіянічнай біясферы. Па ўмовах жыцця асабліва адрозніваюцца паміж сабой арктычныя і экватарыяльна-трапічныя зоны гідрабіясферы, а таксама эўфатычная (паверхневая) частка гідрасферы, якая асвятляецца Сонцам, і дысфатычная (глыбінная) частка гідрасферы, куды сонечнае святло не пранікае.

Найбольш спрыяльная для развіцця жыцця ў гідрасферы зона шэльфа з яе мелкаводдзем, эстуарыямі і залівамі. У Сусветным акіяне гэта зона займае менш 10% усёй плошчы марскога дна. Дастатковая колькасць святла і сонечнай энергіі ў шэльфавай зоне забяспечвае жыццё хларафільным раслінам і, такім чынам, абумоўлівае развіццё працэсаў фотасінтэзу з выдзяленнем кіслароду і паглынаннем вуглекіслаты, а таксама развіццё арганічнага жыцця. Для гэтай зоны тыповае густое насяленне марскіх пазваночных і беспазваночных. На марскім дне адбываецца інтэнсіўнае назапашванне арганічных рэшткаў у выглядзе разнастайных ілаў і іншых адкладаў. Большая частка плошчы дна Сусветнага акіяна размеркавана на глыбіні больш 4000 м і каля чвэрці плошчы — на глыбіні больш 5000 м. Тэмпература тут нізкая (ад 0,5 да 4°С) і даволі пастаянная. Сонечнае святло зусім не пранікае.

4.2. ЖЫВОЕ РЭЧЫВА ПЛАНЕТЫ. КРУГАВАРОТ РЭЧЫВАЎ І ПЕРАЎТВАРЭННЕ ЭНЕРГІІ Ў БІЯСФЕРЫ

У аснове вучэння У.І.Вярнадскага пра біясферу ляжаць уяўленні аб планетарнай геахімічнай ролі жывога рэчыва ў яе стварэнні. Па У.І.Вярнадскаму, **жывое рэчыва — гэта сукупнасць масы ўсіх арганізмаў, якія**

насяляюць нашу планету ў той ці іншы адрэзак часу. Яно з'яўляецца моцным геалагічным фактарам, трансфармуе сонечную энергію і ўцягвае неарганічную матэрыю ў бесперапынны кругаварот. Праз жывое рэчыва шматразова прайшлі атамы амаль усіх хімічных элементаў.

У.І.Вярнадскі выдзяляе ў біясферы сем даволі розных і ў той жа час генетычна ўзаемазвязаных частак: 1) жывое рэчыва, 2) біягеннае рэчыва, 3) коснае рэчыва, 4) біякоснае рэчыва, 5) радыеактыўнае рэчыва, 6) рассеяныя атамы, 7) рэчыва касмічнага паходжання.

Жывое рэчыва — галоўная структурная адзінка біясферы. Яно накладае адбітак на ўсе прыродныя працэсы паверхні; вызначае спецыфіку развіцця ландшафтаў, умовы выветрывання парод (разбурэння і пераўтварэння), міграцыі і перамяшчэнні рухомых хімічных, мінеральных і арганічных прадуктаў; уключае разнастайныя энергетычныя і геахімічныя функцыі, уласцівыя толькі арганізмам і іх біяхімічнай дзейнасці.

Жывое рэчыва колькасна характарызуецца масай, хімічным складам і геахімічнай энергіяй. Пад апошняй разумеецца здольнасць перамяшчаць хімічныя элементы ў біясферы. Адзінкай геахімічнай энергіі У.І.Вярнадскі лічыў хуткасць перадачы жыцця, якая вызначаецца тэмпамі размнажэння. Ён таксама паказаў наяўнасць прамой сувязі паміж энергіяй размнажэння арганізмаў і энергіяй біягеннай міграцыі хімічных элементаў у біясферы, ці, іншымі словамі, хуткасць перадачы хімічных элементаў у экасістэмах. Відавочна, што хуткасць росту і размнажэння арганізмаў звязана з кругаваротам хімічных элементаў у біясферы.

Хуткасць размнажэння арганізмаў найбольш высокая ў бактэрый: змена да 60—65 пакаленняў за суткі (новае пакаленне ствараецца на працягу 20—24 хвілін). Самае павольнае размнажэнне ў буйных мнагаклетачных жывёл і раслін. Адсюль фармулюецца агульнае правіла: хуткасць размнажэння арганізмаў у біясферы зваротна прапарцыянальная іх памерам. Чым драбнейшы па памерах арганізм, тым больш значная яго роля ў міграцыі хімічных рэчываў у біясферы.

Другім кампанентам біясферы з'яўляецца **біягеннае рэчыва**, г.зн. аргана-мінеральныя або арганічныя пра-

дукты, якія створаны жывым рэчывам. Гэта каменны вугаль, гаручы газ, торф, сапрапель, лясны подсціл, глебавы гумус і, на думку некаторых вучоных, нафта.

Такі кампанент біясферы, як **біякоснае рэчыва**, ствараецца жывымі арганізмамі сумесна з нежывой прыродай, напрыклад, вада, прыземная атмасфера, асадкавыя пароды, глінныя мінералы.

Тут дарэчы падкрэсліць, што многія прыродныя рэсурсы, якія выкарыстоўвае чалавек, заканамерна размяркоўваюцца ў названых кампанентах біясферы. Харч, арганічная сыравіна і некаторыя віды паліва складаюць частку жывога рэчыва. Асноўныя запасы паліва і значныя масы хімічнай сыравіны ўяўляюць сабой фракцыі біягеннага і біякоснага рэчыва. Такія важныя ўмовы існавання чалавека, як глеба, вада, паветра, з'яўляюцца складанымі часткамі біякоснага рэчыва.

У.І.Вярнадскі ўказвае, што хімічны стан вонкавай кары нашай планеты цалкам знаходзіцца пад уплывам жыцця, вызначаецца жывымі арганізмамі, якія пераўтвараюць сонечную (касмічную) прамянёвую энергію ў зямную (хімічную) і ствараюць бясконцую разнастайнасць навакольнага свету. *З дзейнасцю жывых арганізмаў, іх дыханнем, жыўленнем, размнажэннем, смерцю і гніеннем іх рэштках звязаны вялікі планетарны працэс — міграцыя хімічных элементаў у біясферы.* Біягенную міграцыю У.І.Вярнадскі назваў асноўнай рысай арганізаванасці біясферы. Эвалюцыя відаў, якая прыводзіць да стварэння форм жыцця, устойліва ў біясферы і павінна ісці ў кірунку павелічэння біягеннай міграцыі атамаў.

З дзвюх асноўных груп жывога рэчыва, якія выдзяляюцца па прыкмеце жыўлення і дыхання, аўтатрофныя, асабліва зялёныя хларафільныя арганізмы, з'яўляюцца галоўным механізмам біясферы. Яны ўлоўліваюць сонечны прамень і ствараюць хімічныя целы, энергія якіх у далейшым служыць крыніцай дзейснай хімічнай энергіі біясферы і ў значнай ступені ўсёй зямной кары.

Выключна важным жыццёвым механізмам біясферы з'яўляецца выкананне арганізмамі разнастайных біягеахімічных функцый. Адрозніваюць шэраг такіх функцый, сярод якіх самымі галоўнымі з'яўляюцца энергетычная функцыя, газаабмен, акісляльна-

аднаўленчая, канцэнтрацыйная і дэструктыўная.

У аснове **энергетычнай функцыі** ляжыць фотасінтэтычная дзейнасць зялёных раслін, у працэсе якой адбываецца акумуляцыя сонечнай энергіі і яе пераразмеркаванне паміж асобнымі кампанентамі біясферы. За кошт назапашанай сонечнай энергіі працякаюць усе жыццёвыя з'явы на Зямлі.

Газавая функцыя арганізмаў уключае ў сябе метабалізм (ад грэч. *metabole* — перамена, ператварэнне, што азначае абмен рэчываў у клетках), дыханне і абмен з навакольным асяроддзем. Пры гэтым адбываецца паглынанне і выдзяленне кіслароду, дыаксіду вугляроду, аміяку, метану, вадзяной пары і іншых. Паходжанне сучаснай атмасферы, паветра глебавага і раствoранага ў водах рэк і акіянаў звязана з газавай функцыяй арганізмаў.

Акісляльна-аднаўленчая функцыя заключаецца ў хімічным пераўтварэнні рэчываў, якія змяшчаюць атамы з пераменнай ступенню акіслення (злучэнні жалеза, марганцу і інш.). У выніку адбываецца ператварэнне большасці хімічных злучэнняў.

Канцэнтрацыйная функцыя праяўляецца ў выбіранні і назапашванні жывымі арганізмамі біягенных элементаў з навакольнага асяроддзя. Склад жывога рэчыва істотна адрозніваецца ад складу коснага рэчыва планеты. У ім пераважна больш лёгкіх атамаў вадароду, вугляроду, азоту, кіслароду, натрыю, магнію, алюмінію, крэмнію, серы, хлору, калію, кальцыю. Канцэнтрацыя гэтых элементаў у целах жывых арганізмаў у сотні і тысячы разоў большая, чым у навакольным асяроддзі.

Паколькі чалавек з'яўляецца гетэратрофам, ён складае канцавое звяно складаных харчовых ланцугоў. У гэтым плане інфармацыя аб назапашванні і перадачы па харчовых ланцугах разнастайных хімічных рэчываў, іх канцэнтрацыі ў жывым рэчыве на кожным трафічным узроўні набывае выключны інтарэс.

Калі параўнаць састаў раслінных арганізмаў з саставам зямной кары і літасферы, то можна ўбачыць, што ў раслінах павялічана ў сярэднім змяшчэнне: H — на 10%, O — на 23%, N — у 30 разоў, C — у 180 разоў і г.д.

У жывёльных арганізмах павялічваецца змяшчэнне такіх элементаў: H — на 10%, O — на 18%, S, Cl — у 2—5,5 раза, P — у 10 разоў, N — у 132 разы (В.А.Коўда, 1971). Да такога біяхімічнага саставу рэчыва раслиннага ці жывёльнага паходжання чалавечы арганізм прыстасаваны.

Падобным чынам жывое рэчыва звязвае ўздоўж харчовых ланцугоў і таксічныя забруджвальнікі асяроддзя (радыеактыўнае рэчыва, цяжкія металы, пестыцыды і інш.). Змяшчэнне ДДТ, які трапіў у вадаём, можа быць вышэйшым (у параўнанні з яго канцэнтрацыяй у вадзе) для фітапланктону ў 800, крэветак у 3200, рыб-драпежнікаў у 24 000— 42 000, а для вадаплаўных птушак — нават у 52 000 разоў (Р.В.Вайткевіч, У.А.Вронскі, 1989).

Расліны на сушы могуць назапашваць радыеактыўныя элементы ў канцэнтрацыях на 2—4 парадкі вышэй, чым іх змяшчэнне ў пажыўным растворы. Траваедныя жывёлы назапашваюць, напрыклад, стронцыю-90 на адзінку вагі больш у 30 разоў, а драпежнікі — у 10 разоў больш, чым іх ахвяры, і такім чынам у 300 разоў больш, чым расліннасць.

У выніку павышэння канцэнтрацыі таксічных рэчываў у арганізмах па меры аддалення ад асновы экалагічнай піраміды арганізмы больш высокіх трафічных узроўняў, у першую чаргу чалавек, падвяргаюцца ў значна большай ступені разбуральнаму ўздзеянню шкодных і ядавітых рэчываў, а таксама радыенуклідаў, чым арганізмы ніжэйшых узроўняў.

Амерыканскі эколаг Б.Команэр (1974) з'яву ўсеагульнай сувязі кампанентаў экасістэмы сфармуляваў так: "Усё звязана з усім". Таму ахоўванне ніжніх звёнаў экасістэмы ад хімічнага забруджвання азначае захаванне здароўя чалавека. У процілеглым выпадку ланцуговая рэакцыя экасістэмы прывядзе да праяўлення "экалагічнага бумеранга".

Дэструктыўная функцыя абумоўлівае працэсы, звязаныя з раскладаннем арганізмаў пасля іх смерці, мінералізацыяй арганічнага рэчыва, г.зн. ператварэння жывога рэчыва ў коснае. Пры гэтым утвараюцца таксама біягеннае і біякоснае рэчывы біясферы.

Неабходна падкрэсліць, што дзякуючы біягеахімічным функцыям жывога рэчыва падтрымліваецца геахі-

мічная ўстойлівасць у біясферы ў форме геахімічнага пастаянства складу атмасферы, гідрасферы, накіраванасці працэсаў выветрывання, раскладання, мінералізацыі рэчыва, утварэння біяхімічных прадуктаў у працэсе развіцця жывога рэчыва і г.д.

Ацэнка сярэдняга хімічнага саставу жывога рэчыва была выканана А.П.Вінаградавым. Выявілася, што ў жывым рэчыве пераважаюць H, C, O, N, P, S. Атамы іх ствараюць у жывых арганізмах складаныя малекулы ў сукупнасці з вадой і мінеральнымі солямі ў выглядзе вугляводаў, ліпідаў, бялкоў і нуклеінавых кіслот.

Акрамя вугляроду, кіслароду, вадароду і азоту ўсе арганізмы выкарыстоўваюць фосфар, серу, натрый, кальцый, магній, жалеза, марганец, кобальт, медзь, цынк, хлор. Многім арганізмам у іх развіцці і жыццядзейнасці патрэбны бор, бром, ёд, малібдэн, селен, хром, алюміній, ванадзій, крэмній, стронцый, барый, нікель, кадмій і інш.

У складзе жывых арганізмаў выяўлены да 70 розных элементаў, 47 з іх пастаянныя. Тыя элементы, якія абавязкова ўваходзяць у склад жывога рэчыва, атрымалі назву біяфільных. На жаль, пакуль не распрацавана дакладная класіфікацыя біяфільных элементаў па іх удзелу ў складзе жывых арганізмаў і ўплыву на жыццядзейнасць.

У сярэднім элементарным хімічным складзе жывога рэчыва выдзяляюць макраэлементы, мікраэлементы і ультраэлементы. Да макраэлементаў у складзе жывога рэчыва адносяць: кісларод, вуглярод і вадарод (змяшчэнне больш 10 вагавых працэнтаў); азот, калій, кальцый і крэмній (0,1—1%); серу, фосфар. Больш шырокая група мікраэлементаў са змяшчэннем 0,1—0,001% — гэта жалеза, магній, натрый, хлор, алюміній, цынк, бром, марганец і інш. Ультраэлементы ў арганізмах прадстаўлены кобальтам, вісмутам, серабром, золатам, ртуццю, уранам, радыем, торыем. Іх колькасны ўдзел у складзе арганізмаў — $10^{-4}...10^{-2}$ вагавых працэнтаў.

Цікавыя наступныя падлікі ўдзелу вугляроду ў складзе арганізмаў. Па масе на долю вугляроду ў складзе арганізмаў прыпадае ўсяго 20%, у той час як на долю кіслароду — 60%. Калі ж замест вагавых па-

казчыкаў скарыстаць лік атамаў, то ўсе жывыя істоты на 2/3 складаюцца з атамаў вадароду, толькі на 1/4 з атамаў кіслароду і ўсяго на 1/10 з атамаў вугляроду. Выходзіць, галоўным элементам жыцця больш правільна лічыць вадарод.

Усё жывое рэчыва па сваёй масе займае нікчэмную частку ў параўнанні з кожнай з верхніх абалонак зямнога шара. Па сучасных верагодных ацэнках агульная колькасць масы жывога рэчыва 2420 млрд.т, што складае толькі 1/11 000 000 частку масы зямной кары.

У біясферы Зямлі адбываецца пастаянны працэс пераўтварэння і перамяшчэння рэчываў на Зямлі, які мае адносна цыклічны характар і пэўны кірунак. Гэта так званы **кругаварот рэчываў**, які праходзіць розныя стадыі развіцця ад глыбінных частак верхняй мантыі да паверхні самой літасферы.

У ім можна выдзеліць пяць галоўных відаў, якія вызначаюць у цэлым спецыфіку геалагічнага і геахімічнага кругаваротаў у зямной кары і біясферы (К.І.Лукашоў): 1) *энергетычны кругаварот* — выкарыстанне сонечнай энергіі ў працэсе фотасінтэзу і акумуляцыі ў горных пародах, трату яе ў геалагічных і біялагічных працэсах; 2) *мінеральны кругаварот* — перамяшчэнне прадуктаў магматычных і вулканічных працэсаў глыбінь на паверхню, а механічных і хімічных прадуктаў выветрывання ў глыбіні зямной кары; 3) *водны кругаварот* заключаецца ў гідрагеалагічнай і атмасфернай цыркуляцыі вады ў зямной кары і біясферы, а таксама праз транспірацыйны цёк ад каранёў раслін да лісця; 4) *гадавы кругаварот* — міграцыя розных па паходжанні газаў (вулканічных, атмасферных, біягенных і інш.) у зямной кары і біясферы, іх удзел у працэсах утварэння горных парод, мінералаў і біяарганічнага рэчыва; 5) *біягенны (біялагічны) кругаварот* — міграцыя арганічнага і коснага рэчыва і энергіі, якія ўдзельнічаюць у росце і развіцці жывых арганізмаў і прадуцыруюцца апошнімі ў выніку разнастайных і складаных біяхімічных і біягеахімічных працэсаў аўтатрофнага і гетэратрофнага біясінтэзу.

Развіццё зямной кары і біясферы суправаджаецца безупынным паступальным працэсам цыклічнага абмену і кругавароту зямнога і касмічнага рэчыва і пера-

ўтварэннем энергіі. У гэтым адзіным паступальным кругавароце рэчыва і патоку энергіі ў біясферы важную ролю выконваюць тэктанічныя рухі, выветрыванне, перанос і акумуляцыя рыхлых адкладаў і іншыя працэсы, ад якіх залежыць развіццё раслiннага покрыва і жывёльнага свету і якія забяспечваюць бесперапынны паток хімічных элементаў у біягенным абмене рэчыва на паверхні планеты.

Няцяжка сабе ўявіць, што магматычная парода, узнікшая пры крысталізацыі магмы, якая паступіла з глыбіні Зямлі, на паверхні літасферы раскладваецца ў выніку выветрывання. Пры гэтым прадукты выветрывання — матэрыял рознай ступені здрабнення — пераходзяць у рухомы стан. Яны зносяцца вадой і пры іншых працэсах у паніжаныя месцы рэльефу і ў большай частцы трапляюць у мора і акіян. За кошт гэтага ствараюцца магутныя тоўшчы адкладаў горных парод, якія з цягам часу апускаюцца на большыя глыбіні (у зонах геасінкліналяў), дзе ў вобласці павышаных тэмператур і ціскаў змяняюць сваю структуру і склад (метамарфізм) і пераплаўляюцца.

Пры пераплаўцы ўзнікае магма, якая пры спрыяльных умовах можа зноў паступіць у верхнія гарызонты зямной кары, дзе застывае ў форме розных інтрузіўных целаў. Затым усё паўтараецца спачатку. Такім чынам на працягу стагоддзяў адбываецца глабальны кругаварот рэчыва: магматычная парода → парода адкладаў → метамарфічная парода → пераплаўка і новае ўтварэнне магмы. Розныя ўчасткі зямной кары на паверхні планеты, па сутнасці, уяўляюць сабой звёны гэтага глабальнага кругавароту.

Відавочна, што найбольш інтэнсіўны і хуткі кругаварот мае месца сярод лёгкарухомых рэчываў — газаў і прыродных водаў, якія складаюць атмасферу і гідрасферу планеты. Значна больш павольны кругаварот матэрыялу кантынентаў.

У сучасную эпоху ў энергетычных працэсах у біясферы галоўная роля належыць радыяцыі Сонца, што зусім відавочна і стала вядома даўно. Прамянёвая энергія Сонца — найгалоўнейшая крыніца энергіі, якая вызначае цеплавы баланс і тэрмічны рэжым біясферы

Зямлі. Зямля атрымлівае 1,72 × 10^{17}Вт, ці 5,42 × 10^{24} Дж, за год сонечнай энергіі. Галоўныя крыніцы і патокі энергіі зямной паверхні ахопліваюць атмасферу, акіян і паверхню сушы. З усёй агульнай колькасці энергіі, што атрымлівае Зямля, 33% адлюстроўваецца воблакамі і паверхняй сушы, а таксама тонкадысперсным пылам у верхніх пластах атмасферы. Гэта частка складае альбеда Зямлі. 67% энергіі паглынаецца атмасферай і зямной паверхняй і пасля шэрагу пераўтварэнняў вяртаецца ў касмічную прастору.

Награванне Сусветнага акіяна і атмасферы адбываецца па-рознаму. У акіяне награванне адбываецца зверху, што абумоўлівае наяўнасць даволі стабільных умоў. У процілегласць гэтаму ў атмасферы награванне адбываецца знізу, што прыводзіць да ўтварэння магутных канвектыўных патокаў і агульнай цыркуляцыі паветраных мас. Акіянічныя плыні, рухомыя пераважна ветрам, пераразмяркоўваюць паглынутае сонечнае цяпло ў гарызантальным кірунку, што ўплывае на забеспячэнне атмасферы цяплом. Сусветны акіян і атмасфера ўяўляюць сабой адзіную цеплавую сістэму. За кошт выпраменьвання і канвекцыі падтрымліваецца ўвесь энергетычны баланс нашай планеты.

Адным з грандыёзных працэсаў на паверхні зямнога шара з'яўляецца кругаварот вады. У біясферы вада, безупынна пераходзячы з аднаго стану ў другі, утварае малы і вялікі кругавароты. Выпарэнне вады з паверхні акіяна, кандэнсацыя вадзяной пары ў атмасферы і выпадзенне ападкаў на паверхню акіяна ствараюць малы кругаварот. Калі вадзяная пара пераносіцца паветранымі плынямі на сушу, кругаварот становіцца значна больш складаным. Пры гэтым частка ападкаў выпараецца і паступае назад у атмасферу, другая — жывіць рэкі і вадаёмы, але ў выніку зноў вяртаецца ў акіян рачным і падземным сцёкам, завяршаючы тым самым вялікі кругаварот.

Важная ўласцівасць кругавароту вады заключаецца ў тым, што ён пры ўзаемадзеянні з літасферай, атмасферай і жывым рэчывам звязвае ўсе часткі гідрасферы: акіян, рэкі, глебавую вільгаць, падземную ваду і паветраную вільгаць. Вада — найважнейшы кампанент усяго

жывога. Яна ўдзельнічае ў працэсе фотасінтэзу. У жыццядзейнасці раслін значная роля належыць транспірацыі, якая адносіцца да біялагічнага звяна кругавароту вады.

4.3. АСНОЎНЫЯ БІЯГЕАХІМІЧНЫЯ ЦЫКЛЫ. АНТРАПАГЕННАЕ ЎЗДЗЕЯННЕ НА ПРЫРОДНЫЯ ЦЫКЛЫ

Біялагічны кругаварот, як раней адзначалася, уключае ў сябе разнастайныя пераўтварэнні рэчыва і энергіі ў экасістэмах. Пры гэтым важную ролю мае наяўнасць у экасістэмах пастаянных цыклаў пераносу матэрыі. Цыркуляцыя рэчываў пры гэтым наступная: яны здабываюцца з навакольнага асяроддзя, праходзяць праз прадуцэнты, кансументы і рэдуцэнты і вяртаюцца зноў у асяроддзе. Ажыццяўляюцца такія цыклы з выкарыстаннем сонечнай энергіі і часткова энергіі хімічных рэакцый.

Пры гэтым энергія па самой сваёй прыродзе не можа перадавацца па замкнутым цыкле. Паток энергіі з'яўляецца аднаскіраваным. Яна даступна жывым арганізмам у форме сонечнай радыяцыі, якая можа быць звязанай у працэсе фотасінтэзу. Затым яна расходуецца ў выглядзе хімічнай энергіі і губляецца шляхам пераўтварэння ў цяпло. Кожны джоўль энергіі пры гэтым выкарыстоўваецца толькі адзін раз. Жыццё на Зямлі магчымае толькі дзякуючы новаму штодзённаму паступленню сонечнай энергіі. А біягенныя элементы шматразова абарачаюцца паміж жывымі і нежывымі сістэмамі. Як кампаненты біямасы яны проста мяняюць малекулы, у склад якіх уваходзяць.

Такім чынам, у біясферы мае месца кругаварот рэчываў і аднабаковы паток энергіі, які пераносіцца па трафічных узроўнях экасістэмы. *Кругаварот хімічных рэчываў з неарганічнай прыроды праз раслінныя і жывёльныя арганізмы зноў у неарганічнае асяроддзе называюць* **біягеахімічным цыклам.** Біягеахімічны цыкл ў прыродных экасістэмах ажыццяўляецца па больш-менш замкнутых шляхах і абапіраецца на здольнасць экасістэм да самарэгуляцыі.

Калі ўздзеянне чалавека на біясферу не перавышае трываласці экасістэм, гэтыя сістэмы застаюцца жыццяздольнымі і істотных змен у агульным балансе не

адбудзецца. Аднак, як будзе паказана далей, біягеахімічныя цыклы біяфільных элементаў (вугляроду, кіслароду, азоту і інш.) парушаюцца ўсё часцей і часцей. Парушэнне біялагічнага кругавароту і хімічнага балансу выклікае недасканаласць тэхналагічных працэсаў сучаснай прамысловай вытворчасці, вялікія страты сыравіны пры здабычы і транспарціроўцы, а таксама рассейванне матэрыялаў пры іх зносе. Прымяненне ў вялізных маштабах угнаенняў, пестыцыдаў, розных дэтэргентаў прыводзіць да рассейвання ў прыродным асяроддзі цэлага шэрагу элементаў і злучэнняў. У выніку такой дзейнасці чалавека рух многіх рэчываў паскараецца настолькі, што кругавароты становяцца недакладнымі, а працэсы ацыклічнымі, так што сам чалавек усё больш пакутуе ад ненатуральнай сітуацыі, якая складваецца.

Намаганні па ахове навакольнага асяроддзя ў канчатковым выніку накіраваны на тое, каб ператварыць ацыклічныя працэсы ў цыклічныя. Асноўнай мэтай у гэтай сувязі павінна стаць "вяртанне рэчываў у кругаварот", што забяспечыць іх паўторнае выкарыстанне. Механізмы, якія забяспечваюць гэты працэс, у многіх выпадках грунтуюцца галоўным чынам на біялагічных працэсах.

Разгледзім біягеахімічныя цыклы кругавароту найбольш тыповых біяфільных элементаў у біясферы.

Кругаварот вугляроду пачынаецца з фіксацыі вуглякіслага газу раслінамі сушы і водарасцямі мораў і акіянаў у працэсе фотасінтэзу. Захопленая раслінамі вуглекіслата ў працэсе фотасінтэзу ператвараецца ў вугляводы, затым у працэсе біясінтэзу ў пратэіды, ліпіды і інш., якія служаць вугляводным харчам і незялёным раслінам. З другога боку, усе арганізмы дыхаюць і выкідваюць у атмасферу вуглярод у форме вуглекіслаты. Калі ж наступае смерць, адбываецца мінералізацыя арганічнага рэчыва, і вуглярод зноў паступае ў кругаварот у форме вуглекіслаты ў працэсе так званага "глебавага дыхання".

У вядомых умовах мёртвыя раслінныя і жывёльныя рэшткі, якія з часам назапашваюцца, запавольваюць кругаварот вугляроду; жывёльныя — сапрафагі і сапрафітныя мікраарганізмы, якія жывуць у глебе, перат-

вараюць назапашаныя на яе паверхні рэшткі ў новае ўтварэнне арганічнай матэрыі — гумус. Працэс канчатковай мінералізацыі гумусу можа быць доўгі.

Часам ланцуг бывае кароткі і няпоўны: ланцуг сапрафагаў страчвае магчымасць функцыяніраваць з-за недахопу паветра або праз вельмі высокую кіслотнасць. Тады арганічныя рэшткі назапашваюцца ў форме торфу і ўтвараюць тарфяныя балоты. Тут і прыпыняецца кругаварот.

Пра маштабы кругавароту вугляроду можна меркаваць па наступных лічбах. Запасы вугляроду ў атмасферы ацэньваюцца ў 700 млрд.т, а ў гідрасферы — у 50 000 млрд.т. Калі прыняць, што агульны бачны гадавы фотасінтэз, па існуючых падліках, складае 170—180 млрд.т, то поўны кругаварот вугляроду адбываецца праз 300 гадоў.

У сучасны момант у атмасферы канцэнтрацыя CO_2 складае 0,032% (па аб'ёму). Протаатмасфера нашай планеты змяшчала каля 4% CO_2. За ўвесь перыяд эвалюцыі жыцця планеты з яе біясферы быў выведзены "лішні" вуглярод і дэпаніраваны ў недрах Зямлі ў выглядзе каменнага вугалю, нафты, мелу, вапны і іншых злучэнняў. Агульныя запасы неарганічнага і арганічнага вугляроду на Зямлі роўныя 26×10^{15} т.

У выніку гаспадарчай дзейнасці чалавека ў сучасны момант у вялікіх маштабах выбіраецца вуглярод у выглядзе паліўна-энергетычных рэсурсаў і для іншых мэтаў, а таксама прыўносіцца ў біясферу і ўцягваецца ў кругаварот.

Антрапагеннае паступленне CO_2 штогод складае $15—20 \times 10^9$ т, што ў 100—150 разоў перавышае натуральную выпрацоўку вугляроду ў працэсе дыхання ўсяго жывога на планеце. Праўда, гэта яшчэ не азначае, што вуглярод, які дадаткова паступае ў атмасферу, назапашваецца ў ёй. У біясферы актывізаваліся таксама і працэсы звязвання вуглекіслаты і вывядзення яе з біялагічнага кругавароту. Тым не менш абсалютна даказана, што за апошнія 100 гадоў колькасць CO_2 у атмасферы павялічылася ад 0,027% да 0,0324%. Пры такіх тэмпах прыросту канцэнтрацыя CO_2 у атмасферы хутка можа ўзрасці да 0,04%. У гэтым выпадку на Зямлі магчыма праяўленне так званага "парніковага эфек-

ту", што можа прывесці да павышэння тэмпературы паветра на Зямлі на некалькі градусаў. У сваю чаргу гэта можа выклікаць раставанне часткі ледніковага покрыва Грэнландыі і Антарктыды, пад'ём ўзроўню Сусветнага акіяна.

З павелічэннем колькасці CO_2 ў біясферы прадукцыйнасць фотасінтэзу ўзрастае, што садзейнічае падтрыманню балансу CO_2 у атмасферы. Улічваючы магчымую канцэнтрацыю CO_2 у атмасферы, робіцца прагноз павелічэння фотасінтэзу на 9%. Аднак скарачэнне плошчы лясоў, якія з'яўляюцца асноўнымі прадуцэнтамі фітамасы, магчыма, пакіне фотасінтэз у ранейшых памерах. У такім выпадку антрапагенныя ўмяшанні ў біягеахімічны цыкл вугляроду пацягнуць за сабою парушэнні ў стане біясферы.

Кругаварот кіслароду на Зямлі ідзе ў напрамку, зваротным да кругавароту вугляроду. У працэсе фотасінтэзу кісларод аднаўляецца і паступае ў атмасферу ў малекулярным выглядзе. Паглынанне кіслароду мае месца пры акісленні арганічнага рэчыва ў працэсе дыхання і мінералізацыі мёртвых арганічных рэштак.

Кісларод не заўсёды ўваходзіў у склад зямной атмасферы. Ён з'явіўся адначасова з першымі хларафілавымі арганізмамі. Па меры з'яўлення пад дзеяннем ультрафіялетавай радыяцыі ён трансфармаваўся ў азон. Слой азону хутка стаў дастатковым, каб хларафілавыя арганізмы (галоўным чынам фітапланктон) змаглі расці і выслабаняць кісларод. Увесь кісларод, назапашаны ў атмасферы, створаны ў выніку фотасінтэтычнай дзейнасці.

Атмасфера змяшчае прыкладна $1{,}5 \times 10^{15}$ т кіслароду. Штогадовы аб'ём кругавароту кіслароду ў біясферы 240—250 млрд.т. Створаны раслінамі кісларод расходуецца ў такой жа колькасці на дыханне жывёл і раслін, на пабудову арганічных злучэнняў і мінералізацыю мёртвага арганічнага рэчыва. За апошнія дваццаць мільёнаў гадоў колькасць кіслароду ў атмасферы Зямлі не мяняецца (прыкладна 21% па аб'ёме). Гэта ўказвае на збалансаванасць кругавароту кіслароду па звёнах спажывання і выслабанення.

З развіццём індустрыяльнай вытворчасці з'явіліся новыя спажыўцы свабоднага кіслароду. У сучасны мо-

мант на ўсе формы спальвання паліва, на металургічную і хімічную прадукцыю, на дадатковае акісленне розных прамысловых адходаў расходуецца ад 15 да 25 млрд. т свабоднага кіслароду з атмасферы. Агульныя запасы кіслароду паветра вялікія, і гаварыць пра дэфіцыт кіслароду ў будучым пакуль яшчэ няма ніякіх падстаў. У той жа час існуюць прагнозы аб магчымым скарачэнні запасаў кіслароду ў атмасферы на адну трэць у наступныя 160—180 гадоў.

Кругаварот азоту ў біясферы носіць вельмі своеасаблівы і запаволены характар. Атмасферны азот паглынаецца азотфіксавальнымі бактэрыямі і некаторымі водарасцямі. Яны сінтэзуюць нітраты, якія становяцца даступнымі для скарыстання іншымі раслінамі біясферы. Расліны і жывёлы пасля сваёй гібелі вяртаюць азот у глебу, адкуль ён паступае ў склад новых пакаленняў раслін і жывёл. Адначасова з гэтым пэўная частка малекулярнага азоту вяртаецца ў атмасферу. У глебе адбываецца працэс нітрыфікацыі, калі пры ўдзеле мікраарганізмаў амоній акісляецца да нітрытаў ці нітратаў. Аднаўленне нітрытаў і нітратаў да газападобных злучэнняў малекулярнага азоту ці вокіслу азоту складае сутнасць працэсу дэнітрыфікацыі, галоўная роля ў якіх належыць дэнітрыфіцыруючым бактэрыям.

Сістэматычнае прымяненне азотных угнаенняў і некантралюемыя сцёкі з жывёлагадоўчых комплексаў у апошні час садзейнічаюць узмацненню працэсу нітрыфікацыі. У той жа час дэнітрыфікацыя, па сутнасці, не стымулюецца. Гэта прывяло да дысбалансу ў сістэме нітры-дэнітрыфікацыі.

Згодна з некаторымі ацэнкамі, за год у біясферу паступае каля 92 млн. т біялагічна фіксаванага азоту (з улікам прамысловай фіксацыі). Вяртаецца ў атмасферу ў выніку дынітрыфікацыі ўсяго каля 83 млн.т; астатнія 9 млн. т, відаць, адкладваюцца ў біясферы. Вынікам гэтага з'яўляецца павышэнне ўзроўню нітратаў у глебах, а таксама ў паверхневых і грунтавых водах, натуральных вадаёмах.

Адным з наступстваў парушэння азотнага балансу з-за прымянення ўгнаенняў з'яўляецца павышэнне змяшчэння нітратаў у сельскагаспадарчай прадукцыі. У пэўных умовах (пад уздзеяннем бактэрый, пры няпра-

вільнай транспарціроўцы) нітраты ў харчовых прадуктах ператвараюцца ў нітрыты. Трапляючы ў арганізм жывёл і людзей, нітрыты ў камбінацыі з гемаглабінам крыві ствараюць злучэнні, якія парушаюць жыўленне крыві кіслародам, што можа прыводзіць да сур'ёзных захворванняў.

4.4. ЭВАЛЮЦЫЯ БІЯСФЕРЫ. НААСФЕРА. УПЛЫЎ ЧАЛАВЕКА НА БІЯСФЕРУ. АХОВА БІЯСФЕРЫ

Біясфера існуе і развіваецца на нашай планеце каля трох мільярдаў гадоў. За гэты перыяд яна прайшла некалькі этапаў эвалюцыі.

Першы этап — узнікненне біялагічнага кругавароту — біясферы; *другі этап* — ускладненне цыклічнай структуры жыцця ў выніку з'яўлення шматклетачных арганізмаў. Гэтыя два этапы ажыццяўляліся пад уздзеяннем чыста біялагічных фактараў і могуць быць названы перыядам біягенезу. *Трэці этап* — узнікненне чалавечага грамадства. Разумная гаспадарчая дзейнасць людзей у маштабе біясферы далёка не заўсёды аказваецца такой, а часта носіць разбуральны характар, абмяжоўвае магчымасці развіцця. Далейшая эвалюцыя з удзелам чалавечага грамадства паступова ператварае біясферу ў асяроддзе розуму — наасферу.

Такім чынам **наасфера** (ад грэч. *noos* — розум і сфера) — гэта новы эвалюцыйны стан біясферы, пры якім разумная дзейнасць чалавека становіцца рашаючым фактарам яе развіцця. Паняцце «наасфера» ўведзена французскімі вучонымі Леруа і Тэйярам дэ Шардэнам (1927), трактаваўшымі яго ідэалістычна. У.І.Вярнадскі развіў матэрыялістычнае ўяўленне пра наасферу як якасна новую форму арганізацыі прыроды і грамадства. Для наасферы характэрна цесная ўзаемасувязь законаў прыроды з законамі мыслення і сацыяльна-эканамічнымі законамі.

У агульных рысах ператварэнне біясферы ў наасферу можна падаць наступным чынам. Спачатку чалавек браў у біясферы сродкі для існавання і аддаваў ёй тое, што ў біясферы маглі выкарыстаць іншыя арганізмы. Таму дзейнасць людзей на гэтым этапе нязначна адрознівалася ад дзейнасці іншых арганізмаў. Па меры развіцця чалавечае грамадства ўсё больш разбуральна

ўздзейнічае на біясферу. У сучасных умовах чалавек ужо ўсведамляе, што ён павінен улічваць законы развіцця і магчымасці біясферы. Пры пераходзе біясферы ў наасферу перад чалавецтвам паўстае магутная па маштабах і значэнні задача — навучыцца свядома рэгуляваць узаемаадносіны грамадства і прыроды. Толькі мэтанакіраваная, усвядомленая і планамерная дзейнасць людзей можа забяспечыць гарманічнае развіццё прыроды і грамадства, не абмежаванае часам. Пры гэтым наагенез — этап станаўлення наасферы — спрыяе развіццю не толькі біясферы і грамадства, але і кожнай асобы.

Прыроду і яе рэсурсы (біясферу) чалавек выкарыстоўвае на працягу многіх тысячагоддзяў. Антрапагеннае ўздзеянне дапрамысловага грамадства было абумоўлена нізкім узроўнем развіцця прадукцыйных сіл і ў асноўным не выходзіла за межы натуральнага кругавароту рэчываў у прыродзе. Развіццё вытворчасці патрабавала ўсё большых па аб'ёму і разнастайных прыродных рэсурсаў. У эпоху навукова-тэхнічнай рэвалюцыі антрапагеннае ўздзеянне на прыроду стала асабліва значным. Для сучаснага насельніцтва Зямлі (каля 5,5 млрд. чалавек) яно прыкладна роўнае ўздзеянню 40—50 млрд. чалавек каменнага веку.

У выніку пераўтварэння і дастасавання прыроды да сваіх запатрабаванняў чалавек істотна закрануў механізмы самарэгуляцыі біясферы. Яго вытворчая дзейнасць стала магутным фактарам змены прыроды зямной паверхні і шэрагу геахімічных працэсаў у глабальных маштабах, у сувязі з чым праблемы захавання навакольнага асяроддзя сталі надзвычай актуальнымі для ўсяго свету.

Па падліках вучоных, чалавецтва цяпер эксплуатуе каля 55% сушы і 12% рачной вады, палавіну штогадовага прыросту лесу. У выніку будаўніцтва і горных работ штогод перамяшчаецца больш за 4 тыс.км^3 пароды. Кожны год з нетраў бярэцца больш за 100 млрд.т руды і спальваецца 7 млрд.т умоўнага паліва. За апошнія 100 гадоў спажыта 240 млрд.т кіслароду, адначасова выкінута 360 млрд.т вуглякіслага газу, што значна павялічыла яго колькасць у атмасферы. Каля 300 млн. аўтамабіляў штогод выкідваюць у паветра больш за 200

6. Зак. 5043.

млн.т вокісу вугляроду і каля 50 млн.т розных вуглевадародаў. Агульныя незваротныя страты зямельных рэсурсаў у свеце за ўвесь гістарычны перыяд дасягнулі 20 млн.км^2 (больш за плошчу сучаснага ворыва планеты), штогод страчваецца 5—7 млн. га розных зямель. Кожны год у біясферу выкідваецца $142{,}8 \times 10^{15}$ кДж цяпла і 1 млрд.т прадуктаў няпоўнага згарання.

Рэгіянальныя праявы антрапагеннага ўздзеяння выражаюцца ў зменах структур зямной паверхні, канкрэтных экасістэм, балансу экалагічных кампанентаў, выкідах у навакольнае асяроддзе не ўласцівых прыродзе рэчываў, зменах энергетычнага, у прыватнасці цеплавога, балансу і інш. У працэсе антрапагеннага ўздзеяння чалавек выклікае антрапагенныя змены клімату, стварае антрапагенныя ландшафты, змяняе якасць глебы і водны рэжым, умовы пражывання раслін і жывёл, склад расліннага і жывёльнага свету. Антрапагеннае ўздзеянне можа быць прамым і ўскосным і мае супярэчлівы характар. Здабыча карысных выкапняў, стварэнне вадасховішчаў абмяжоўваюць сельскагаспадарчае выкарыстанне тэрыторыі. Пашырэнне культурных раслін і жывёл уплывае на існаванне дзікіх відаў.

У выніку вытворчай дзейнасці прыродная прадукцыйнасць многіх (асабліва культурных) ландшафтаў рэзка вырасла. Адначасова непрадбачлівае выкарыстанне прыродных рэсурсаў прывяло месцамі да істотных змен глебаў і воднага балансу, развіцця эрозіі, засалення і забалочвання тэрыторый, апустошвання ці забруджвання навакольнага асяроддзя.

Ускосныя паказчыкі інтэнсіўнасці антрапагеннага ўздзеяння ў пэўным раёне — шчыльнасць насельніцтва і вытворчасць электраэнергіі на 1 км^2 тэрыторыі. У Беларусі гэтыя паказчыкі ў 1980 г. (Л.М.Сушчэня, В.І.Парфёнаў і інш., 1983) склалі адпаведна 47 чал. (для СССР тады было ў сярэднім 11,9) і 164 196 кВт·гадз (для СССР 57 807) на 1 км^2.

Першыя праявы антрапагеннага ўздзеяння на прыроду Беларусі адзначаны ў сярэднім і верхнім палеаліце, калі качэўніцкія паляўнічыя плямёны пранікалі ў басейны Дняпра і Сожа. На думку некаторых даследчыкаў, промысел буйных млекакормячых — мамантаў і шарсцістых насарогаў садзейнічаў іх хуткаму знікнен-

ню. З пераходам да вытворчых форм гаспадаркі (земляробства, жывёлагадоўля) у канцы сярэдняга — пачатку позняга галацэну (каля 3 тыс. гадоў назад) антрапагеннае ўздзеянне на прыроду значна ўзрасло. Развіццё ляднага земляробства прывяло да знішчэння лясоў (займалі да 94—96% тэрыторыі) спачатку на больш урадлівых і прыдатных для апрацоўкі лёсавых глебах у паўднёвай, усходняй і цэнтральнай частках, у сярэднявеччы — у іншых раёнах Беларусі.

Глебы, пазбаўленыя натуральнай расліннасці, пераўтвараліся, парушаўся водны рэжым тэрыторыі, узнікала сетка яроў, памяншалася колькасць дзікіх жывёл. Найбольшую шкоду прычыняла драпежніцкая эксплуатацыя лясоў. З 1882 па 1917 г. лясістасць Беларусі паменшылася з 45% да 22%. З вынішчэннем каштоўных лясных масіваў уздоўж рэк, на водападзелах агаляліся вялікія прасторы, паніжаўся ўзровень грунтавых во-даў, мялелі рэкі, развівалася водная і ветравая эрозія глеб, зніжалася іх урадлівасць, мяняўся рэльеф тэрыторый.

З пашырэннем земляробства, здабычы карысных выкапняў, меліярацыі, гідратэхнічнага будаўніцтва антрапагеннае ўздзеянне на рэльеф яшчэ больш узрастала. Сучасная інжынерна-геалагічная дзейнасць (з улікам ворыва) на тэрыторыі Беларусі перамяшчае штогод каля 15—17 млрд.т цвёрдых матэрыялаў і садзейнічае агульнаму выраўноўванню рэльефу з адначасовым узнікненнем антрапагенных акумуляцыйных (насыпы, дамбы, адвалы парод) і адмоўных (кар'еры, траншэі) форм.

Пад уплывам антрапагеннага ўздзеяння адбыліся значныя змены ў флоры і фауне Беларусі. За апошнія 100—120 гадоў са складу флоры выпала каля 50 відаў, для такой жа колькасці прыкметна скараціўся арэал. Пад уплывам меліярацыі знікаюць гідрафільныя травяныя, асаковыя, асакова-гіпнавыя і асакова-злакавыя фітацэнозы, змяняюцца суадносіны поймавых лугавых супольніцтваў; скарачаецца пашырэнне фармацый балотнага і лугава-балотнага тыпаў расліннасці, павялічваюцца плошчы хваёвых лясоў і скарачаюцца плошчы чорнаальховых, дубовых і яловых; скарачаюцца арэалы і выпадаюць са складу флоры абарыгенныя хола-

даўстойлівыя і ўмерана цепла- і вільгацелюбівыя віды; пашыраюцца арэалы новых касмапалітных цепла- і сухалюбівых раслін.

У фауне Беларусі на працягу XVII—XIX стагоддзяў былі поўнасцю вынішчаны тур, высакародны алень, лань, собаль, лясны тарпан, хахуля, расамаха. Да пачатку XX стагоддзя мала засталося дзікоў, ласёў, амаль зніклі зубр, бабёр, казуля, буры мядзведзь, у рэках — рускі і балтыйскі асятры, бялуга і іншыя каштоўныя рыбы, амаль поўнасцю зніклі дзікія пчолы. Становіцца малалікай або знікае большасць відаў земнаводных і паў-зуноў, змяняецца арнітафауна балот і іншых біятопаў. Антрапагеннае ўздзеянне прывяло да пашырэння мышападобных грызуноў, варон і іншых экалагічна пластычных і жыццяздольных, але не заўсёды карысных відаў. Фарміруюцца сінантропныя комплексы. Непрадуманае ўзбагачэнне паляўніча-прамысловай фауны ў шэрагу выпадкаў здольна весці да непрадбачлівых вынікаў (збядненне генафонду з-за выцяснення еўрапейскай норкі амерыканскай, шкода янотападобнага сабакі для паляўнічай гаспадаркі, пашкоджанне воднай і прыбярэжнай расліннасці ў месцах сканцэнтравання андатры і інш.). Развіццё гарадскіх паселішчаў і прамысловых прадпрыемстваў, не забяспечаных ачышчальнымі збудаваннямі, прыводзіць да забруджвання паветра, вадаёмаў і глебы. Чарнобыльская катастрофа прывяла да радыеактыўнага забруджвання амаль чвэрці тэрыторыі Беларусі.

Можна прывесці яшчэ мноства прыкладаў антрапагеннага ўздзеяння на біясферу і прыроду ў цэлым, але ж карціна і так зразумелая. Парушаецца геахімічная і біялагічная раўнавага ў біясферы, разладжваюцца функцыянальныя сувязі ў яе складаным арганізме. Усё гэта суправаджаецца змяненнем навакольнага асяроддзя, нарастаннем таксічных працэсаў у экасістэмах, якія ў большасці выпадкаў незваротныя і згубныя для развіцця жывых арганізмаў.

Такім чынам з усяго сказанага вынікае, што ахова біясферы ў сучасны момант — адна з найважнейшых задач эколагаў, і не толькі эколагаў. Стратэгічным кірункам з'яўляецца пераход вытворчасці на безадходныя, малаадходныя, рэсурсазберагальныя і бяспечныя

ў экалагічных адносінах тэхналогіі, рэзкае павелічэнне аб'ёмаў перапрацоўкі назапашаных адходаў.

Глава 5. ХАРАКТАРЫСТЫКА ПРЫРОДНЫХ РЭСУРСАЎ

5.1. ВЫЗНАЧЭННЕ ПРЫРОДНЫХ РЭСУРСАЎ І ПРЫРОДАКАРЫСТАННЯ

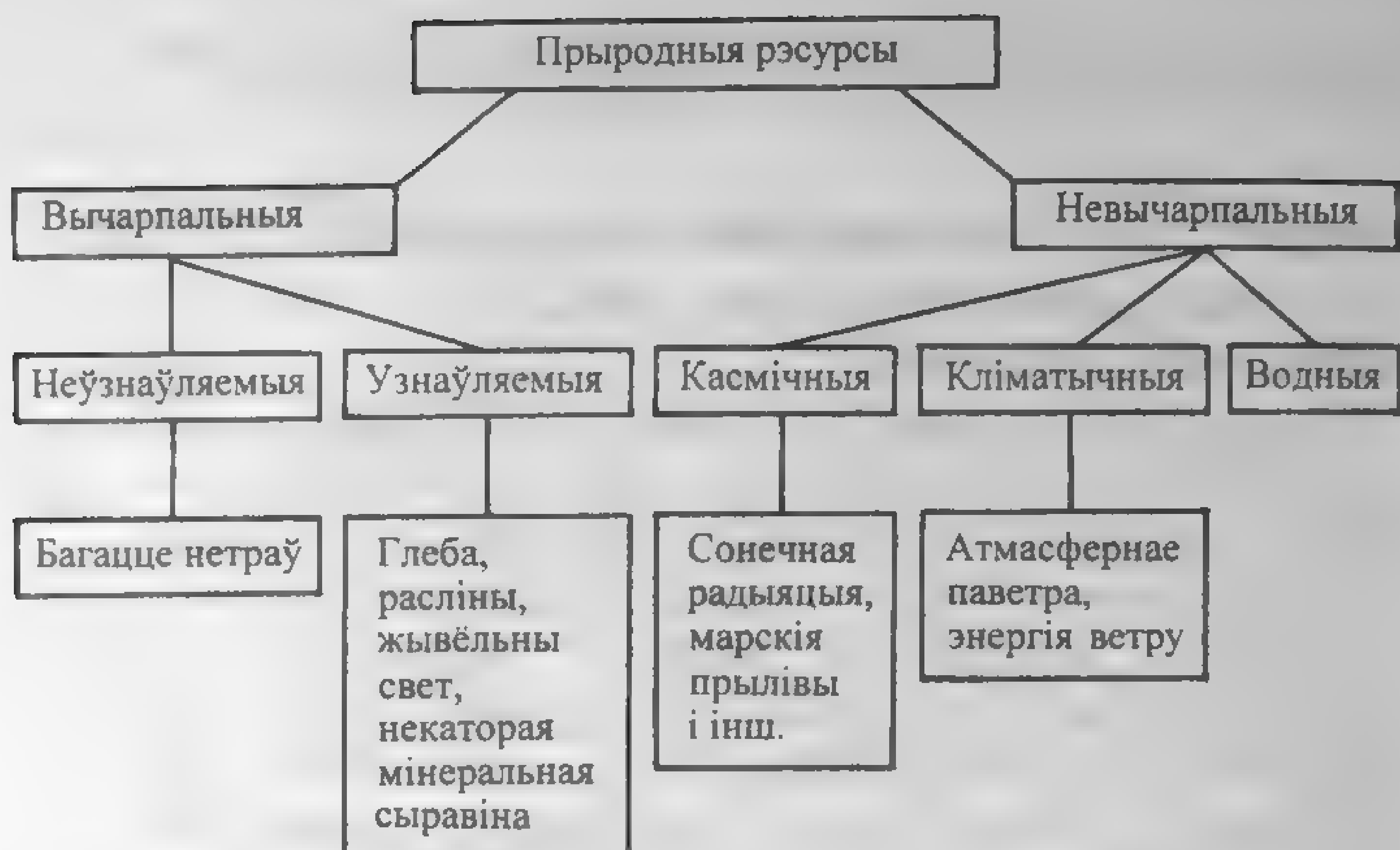
Прырода ўвогуле, як і многія яе грамадска-карысныя кампаненты, шырока выкарыстоўваецца чалавекам у сферы матэрыяльнай вытворчасці. У спецыяльнай літаратуры часта ўжываюцца паняцці "прыродныя рэсурсы" і "прыродныя ўмовы". **Прыродныя ўмовы** — паняцце вельмі шырокае і ахоплівае ўсе аспекты прыроды, аб якіх гавораць безадносна да чалавека і яго дзейнасці. Больш вузкае значэнне мае паняцце "прыродныя рэсурсы", якое выяўляе непасрэдную сувязь прыроды з дзейнасцю чалавека. **Прыродныя рэсурсы** — гэта тыя разнастайныя сродкі існавання людзей, якія яны знаходзяць у прыродзе: урадлівая глеба, якая дае жыццё культурным раслінам; вада, што людзі выкарыстоўваюць у розных мэтах; руды, лес; каменны вугаль, нафта, якія служаць палівам і крыніцай энергіі для машын; дзікія расліны і жывёлы; сонечная энергія, вецер, паветра і іншыя з'явы космасу. З развіццём вытворчых сіл грамадства пералік прыродных рэсурсаў, якія ў дастатковай меры вывучаны і маглі быць выкарыстаны для задавальнення матэрыяльных і духоўных патрэбнасцяў, узрастае.

Прыродныя рэсурсы садзейнічаюць стварэнню матэрыяльных багаццяў, забяспечваюць умовы існавання чалавецтва, павышаюць якасныя паказчыкі яго жыцця.

Для атрымання энергіі, стварэння неабходнай прадукцыі чалавек здабывае, транспарціруе і перапрацоўвае прыродныя рэсурсы. Такім чынам, прыродакарыстанне — гэта задавальненне розных патрэб грамадства шляхам выкарыстання розных відаў прыродных рэсурсаў.

5.2. КЛАСІФІКАЦЫЯ ПРЫРОДНЫХ РЭСУРСАЎ

У адпаведнасці з асаблівасцямі гаспадарчага ўжывання або метадамі аховы і ўзнаўлення і з улікам іншых уласцівасцяў вядомы розныя класіфікацыі прыродных



Мал. 5.1. Класіфікацыя прыродных рэсурсаў.

рэсурсаў. Яны неабходны для правільнага выкарыстання і аховы прыроды. Існуюць **прыродная** (натуральная) і **эканамічная** класіфікацыі прыродных рэсурсаў. Першая зыходзіць з таго, што прыродныя рэсурсы з'яўляюцца кампанентамі біясферы, а другая ўлічвае кірунак і формы выкарыстання рэсурсаў. *Па натуральнай класіфікацыі прыродныя рэсурсы падзяляюцца на водныя, паветраныя, глебавыя, рэсурсы жывёльнага свету, раслінныя, выкапнёвыя (геалагічныя і мінеральныя), кліматычныя, касмічныя (энергія сонца і іншыя).*

Эканамічная класіфікацыя падзяляе натуральныя рэсурсы на тыя, што выкарыстоўваюцца ў матэрыяльнай вытворчасці (прамысловасці, сельскай гаспадарцы), і тыя, што выкарыстоўваюць ў невытворчай сферы (камунальнай гаспадарцы, адпачынку).

На практыцы мэтазгодна падзяляць рэсурсы на дзве вялікія групы: вычарпальныя і невычарпальныя (мал. 5.1.). Усе прыродныя рэсурсы падзяляюцца таксама на рэальныя і патэнцыяльныя. Рэальныя выкарыстоўваюцца ў вытворчасці пры дадзеным узроўні развіцця вытворчых сіл грамадства (нафта, вугаль і інш.), патэнцыяльныя — могуць быць уцягнуты ў вытворчасць на далейшых этапах развіцця і ўзмацнення тэхналагічнай магутнасці, а таксама ў

сувязі са змяненнем патрэб грамадства ў тых ці іншых відах рэсурсаў.

Незалежна ад прыналежнасці да той ці іншай катэгорыі прыродныя рэсурсы ў сукупнасці падтрымліваюць жыццёвы стан і функцыяніраванне экалагічных сістэм, таму могуць разглядацца як экалагічныя.

Сукупнасць прыродных рэсурсаў краіны — гэта яе прыроднае багацце.

5.3. ЭФЕКТЫЎНАСЦЬ ВЫКАРЫСТАННЯ ПРЫРОДНЫХ РЭСУРСАЎ

Прыродныя рэсурсы ўцягваюцца ў **рэсурсны цыкл,** *пад якім разумеюць сукупнасць пераўтварэнняў і прасторавых перамяшчэнняў вызначанага рэчыва ці групы рэчываў, што адбываюцца на ўсіх этапах выкарыстання іх чалавекам (уключаючы вызначэнне, падрыхтоўку да эксплуатацыі, даставанне з прыроднага асяроддзя, перапрацоўку і вяртанне ў прыроду) і працякаюць у рамках грамадскага звяна агульнага кругавароту дадзенага рэчыва на Зямлі* (мал. 5.2.).

На кожным этапе рэсурснага цыкла ўтвараюцца страты выкарытоўваемага рэчыва. Так, у час здабычы карысных выкапняў частка з іх застаецца ў радовішчах, частка так званай "пустой" пароды ідзе ў адвалы. У час транспарціроўкі, напрыклад, драўніны значная частка яе губляецца ў выніку аварый транспартных сродкаў або "ўтопу" бярвенняў пры сплаве. Пры выпрацоўцы энергіі практычна ўсё арганічнае паліва пераўтвараецца ў аксіды вугляроду, сажу, шлакі і іншыя рэчывы. Пры перапрацоўцы драўніны ў цэлюлозна-папяровай вытворчасці ў цяперашні час выкарыстоўваецца менш паловы ўсяго драўніннага рэчыва: кара ідзе ў адход, лігнін і геміцэлюлозы пераходзяць у склад варачных шчолакаў і спальваюцца пры іх рэгенерацыі. Нарэшце, станкі, абсталяванне, машыны, прадметы масавага ўжытку рана або позна зношваюцца, псуюцца, ржавеюць і рассейваюцца ў прасторы.

Вядома, што ў працэсе рэсурснага цыкла утылізуецца не болей 1—2 % здабытага рэчыва, а 98—99% так або інакш рассейваецца ў навакольным асяроддзі.

Слова «цыкл» прадугледжвае замкнутасць працэсу, прычым рэсурсны цыкл называюць антрапагенным

Мал. 5.2. Выкарыстанне прыродных рэсурсаў.

кругаваротам рэчыва. Замкнутасць рэсурснага цыкла істотна адрозніваецца ад замкнутасці біягеахімічных цыклаў. Рэчывы, уцягнутыя ў рэсурсны цыкл, практычна поўнасцю вяртаюцца ў навакольнае асяроддзе, такім чынам цыкл, на першы погляд, сапраўды замкнуты. Але, па-першае, гэтыя рэчывы (рэсурсы) вяртаюцца не ў тыя месцы, адкуль іх бралі, а па-другое, у радыкальна трансфарміраваным выглядзе, у іншых спалучэннях хімічных элементаў, якіх раней у прыродзе магло не быць, фактычна ў выглядзе ксенабіётыкаў (грэч. *xenos* — чужы, *bios* — жыццё).

Такім чынам, рэсурсны цыкл з'яўляецца аб'ектыўнай прычынай забруджвання навакольнага асяроддзя.

Эфектыўнасць выкарыстання прыродных рэсурсаў выражаецца ў максімізацыі пераходу прыроднага рэсурса ў канчатковы прадукт і працягласці тэрміну яго існавання ў дадзеных умовах развіцця вытворчых сіл.

Удасканальванне рэсурснага цыкла, зніжэнне адходаў на кожным этапе ўяўляе сабою комплекс арганіза-

цыйных і інжынерных задач, сістэму канкрэтных мерапрыемстваў, спецыфічную для кожнай галіны вытворчасці і гаспадаркі. Аднак існуе шэраг абавязковых умоў і патрабаванняў, аднолькава справядлівых для любых галін народнай гаспадаркі, ведаць якія павінен кожны спецыяліст.

Прыроднае асяроддзе і антрапагенная дзейнасць знаходзяцца ў непарыўным адзінстве, утвараючы функцыянальную сістэму "грамадства — прырода". Іх узаемадзеяннем нельга кіраваць без інтэграцыі інфармацыі, без сістэмнага падыходу.

Пад сістэмай увогуле разумеюць мноства элементаў, якія знаходзяцца ў адносінах і сувязях паміж сабой і ўтвараюць вызначаную цэласнасць, адзінства. Любая сістэма звязана з навакольным асяроддзем, для кожнай сістэмы ўласціва вядомая расчлянёнасць, іерархічнасць, наяўнасць многіх узроўняў арганізацыі. Кожная сістэма можа быць разгледжана як элемент сістэмы больш высокага парадку і як сукупнасць элементаў больш нізкага парадку.

Сістэмны падыход прадугледжвае комплексную ацэнку ўплыву прамыслова-тэхнічнай дзейнасці грамадства на прыродныя рэсурсы абавязковым прагназіраваннем рэакцыі апошніх на гэты ўплыў. Напрыклад, скід адходаў у раку можна разглядаць з пазіцый адмоўнага ўплыву на стан асобных груп насельнікаў дадзенага вадаёма, але сістэмны падыход патрабуе ацэнкі ўздзеяння на ўсё згуртаванне як на сістэму больш высокага ўзроўню, а далей — і на звязаную з ёй сістэму водазабеспячэння таго ці іншага раёна і на прыроднае асяроддзе гэтага раёна цалкам.

На сістэму карыстання прыроднымі рэсурсамі значна ўплыў аказвае забруджванне тэрыторыі Беларусі радыенуклідамі, якія выпалі ў выніку катастрофы на Чарнобыльскай атамнай электрастанцыі 26 сакавіка 1986 года. Пасля катастрофы фарміраванне зон радыеактыўнага забруджвання адбывалася ў залежнасці ад характару выкідаў з пашкоджанага рэактара і ад метэаралагічных умоў: сфарміраваліся бліжняя зона (Хойніцкі, Нараўлянскі і Брагінскі раёны) і дальняя зона (Чачэрскі, Чэрыкаўскі, Слаўгарадскі і іншыя раёны). 23% тэрыторыі Беларусі з насельніцтвам каля 2 млн.

чалавек (3688 населеных пунктаў) апынуліся ў зоне забруджвання радыенуклідамі са шчыльнасцю 1 і больш Кі/км^2. Забруджванне 15 Кі/км^2 і болей лічыцца гранічным — насельніцтва з такіх тэрыторый адсяляецца. Плошча адсялення склала 6,36 тыс. км^2 з 431 населеным пунктам.

Народ Беларусі (акрамя непасрэднага ўздзеяння на генафонд) страціў на працяглы час (больш 100 гадоў) значныя прыродныя рэсурсы: зямлю, лясы, водныя крыніцы, жывёльны свет.

Забруджванне тэрыторыі доўгажывучымі радыенуклідамі (цэзіем-137 і стронцыем-90 у першую чаргу) прывяло да выключэння з выкарыстання 260 тыс. гектараў сельскагаспадарчых угоддзяў. Амаль чвэрць лясоў Беларусі аказалася ў зоне забруджвання радыенуклідамі, што абмежавала выкарыстанне драўніны і пабочных рэсурсаў лесу (ягад, грыбоў, лекавай сыравіны, а таксама паляўнічай дзічыны).

Глава 6. ВЫЧАРПАЛЬНЫЯ ПРЫРОДНЫЯ РЭСУРСЫ, ІХ СТАН І АХОВА

Вычарпальныя рэсурсы — гэта тыя рэчывы і арганізмы, якія існуюць на Зямлі як фізічна канцавыя целы. Яны падзяляюцца на *неўзнаўляльныя* і *ўзнаўляльныя*.

6.1. НЕЎЗНАЎЛЯЛЬНЫЯ РЭСУРСЫ

Неўзнаўляльныя віды рэсурсаў маюць канцавыя запасы і практычна не ўзнаўляюцца на Зямлі. Іх папаўненне немагчыма, таму што адсутнічаюць умовы, у якіх яны ўзніклі шмат мільёнаў гадоў таму. Да іх адносяцца нафта, каменны вугаль, прыродны газ, металічныя руды і іншыя, якія складаюць мінеральную сыравіну, або карысныя выкапні; яны распаўсюджаны нераўнамерна на планеце. Краіны свету падзяляюцца на экспарцёраў і імпарцёраў сыравіны, прычым гандаль мінеральнай сыравінай складае чвэрць усяго міжнароднага звароту.

Разгледзім стан і ахову неўзнаўляльных рэсурсаў Беларусі. Тэрыторыя Беларусі ў тэктанічных адносінах

належыць да Усходне-Еўрапейскай старажытнай платформы, у будове якой вылучаецца фундамент і чахол. Першы складзены з крышталічных парод узростам 1,5—3 млрд. гадоў, другі — галоўным чынам з больш маладых ападкавых адкладаў (гліны, пяскі, вапнякі, даламіты, солі) былых мораў, азёр, рэк.

Самая верхняя частка разрэзу зямной кары Беларусі складзена найбольш маладымі чацвярцічнымі адкладамі, якія маюць магутнасць да 250—300 метраў. Амаль да 1946—1950 гг. мы ведалі галоўным чынам толькі будову чацвярцічных адкладаў і звязаных з імі небагатых карысных выкапняў (торф, будаўнічыя матэрыялы, падземныя пітныя воды).

Пасля правядзення шырокіх геафізічных і геалагічных даследаванняў стала вядома будова больш глыбокіх слаёў зямной кары. З крышталічным фундаментам звязаны адны карысныя выкапні, а з рознымі адкладамі чахла ў розных геалагічных структурах — зусім іншыя радовішчы.

У пародах фундаменту знойдзены радовішчы жалезнай руды: Навасёлкаўскае каля Карэлічаў на глыбіні прыблізна 150 м і Акалоўскае каля Стоўбцаў на глыбіні 260 м і больш. Першае па запасах руды — сярэдняе радовішча, другое — буйное. Падлічаныя запасы руд на глыбіні да 700 м — больш за 700 млн. т, а прагнозныя — звыш 1,5 млрд. т. У Глушкавічах на поўдні Беларусі і ў Мікашэвічах працуюць магутныя кар'еры па здабычы з граніту жарствы. Драбільна-сартавальны завод вырабляе амаль 8 млн. м^3 шчэбеню ў год.

Адна з галоўных мінеральных сыравін Беларусі — калійныя солі, якія з 1963 г. здабываюцца са Старобінскага радовішча. Разведаныя запасы калійных соляў Старобінскага радовішча разам з Петрыкаўскім, Жыткавіцкім і Рудабельскім дасягаюць 9,7 млрд. т, а прагнозныя звыш 80 млрд. т.

У Прыпяцкім прагіне знойдзена каменная соль, запасы якой вельмі вялікія. Яны залягаюць на глыбінях ад 400 да 4000 м, магутнасць пласта ад 70 да 3000 м, а плошча распаўсюджвання дасягае прыблізна 30 тыс. км^2. Зараз разведаны тры радовішчы — Давыдаўскае, Старобінскае, Мазырскае. На апошнім ужо працуе Мазырскі камбінат, які дае пажыўную соль шляхам падзем-

нага растварэння. З соллю звязаны радовішчы гіпсу і ангідрыту, прагнозныя запасы якіх каля 1 млрд. т.

Важнае значэнне для вырашэння паліўна-энергетычнай праблемы мела адкрыццё ў 1956 г. на Палессі радовішчаў нафты. За гэты час было здабыта болей 100 млн. т высакаякаснай нафты. Зараз тут вядома каля 50 невялікіх радовішчаў, а здабыча нафты трымаецца на ўзроўні 2 млн.т у год. Адначасова ідзе здабыча спадарожнага газу.

У заходняй і цэнтральнай частках Прыпяцкага прагіну размешчаны сланцавы басейн. Магутнасць пластоў гаручых сланцаў ад 0,2 да 3,7 м. Агульныя прагнозныя запасы сланцаў — 11 млрд. т, прычым з іх на глыбіні 300 м — 5,5 млрд. т. Гаручыя сланцы Беларусі нізкакаларыйныя і даюць значную колькасць попелу (да 65—85%). Нягледзячы на гэта, яны прыгодны для перагонкі на вадкае і газавае паліва, а таксама з'яўляюцца каштоўным прадуктам, будаўнічым матэрыялам, угнаеннем.

На Беларусі было тры эпохі вугалеўтварэння. Найбольш старажытны вугаль (300 млн. год) знаходзіцца ў Прыпяцкім прагіне, прагнозныя запасы яго дасягаюць 2,3 млрд. т. Але даволі вялікія глыбіні яго залягання не дазваляюць пакуль выпрацоўку. Больш маладыя вугалі распаўсюджаны на поўдні Беларусі ад Гомеля да Брэста. Найбольш блізкія да паверхні зямлі (25—100 м) так званыя неагенавыя вуглі, прагнозныя запасы якіх каля 3 млрд. т. Дэталёва разведаны Жыткавіцкае і Брынеўскае радовішчы. Вугаль іх буры (блізкі па якасці да торфу), магутнасць пластоў да 15—30 м.

Нафта, вугаль, сланцы, торф і драўніна складаюць энергетычныя рэсурсы, у якіх Беларусь адчувае недахоп. Пакрыццё гэтага недахопу адбываецца за кошт імпарту энерганосьбітаў з Расіі.

У Прыпяцкім прагіне геолагамі знойдзены рэдкі мінерал — даўстаніт, які ўтварае тут прамысловыя радовішчы і можа быць добрай сыравінай для вырабаў алюмінію і соды.

На поўначы Беларусі шырока распаўсюджаны даламіты, якія ўжываюцца як карбанатнае ўдабрэнне для кіслых глеб. Радовішча даламітаў Руба каля Віцебска мае разведаныя запасы каля 500 млн. т. Тут на буйней-

шым у Еўропе прадпрыемстве рыхтуюць даламітавую муку — каля 7 млн. т у год.

Сапрапелі шматлікіх азёр — вялікае багацце Беларусі. Гэта выдатнае ўдабрэнне і лячэбныя гразі. Запасы гэтай комплекснай сыравіны каля 3 млрд. т.

На ўсходзе Магілёўскай вобласці папярэдне разведаны радовішчы фасфарытаў, прагнозныя запасы якіх звыш 900 млн. т. Тут жа вядомы цэялітаносныя сіліцыты, прагнозныя запасы якіх складаюць 2,5—3 млрд. т. Важнае значэнне маюць радовішчы падземных вод: прэснапітных і тэхнічных, мінералізаваных, бальнеалагічных і прамысловых.

У Прыпяцкім прагіне, а часткова і ў Аршанскай упадзіне ападкавы чахол змяшчае вялікія запасы мінеральных расолаў — поліметалічны водны канцэнтрат беларусіт. Гэта новая нетрадыцыйная мінеральная сыравіна — "вадкая руда", з якой можна вылучаць ёд, бром, калій, літый, стронцый і многія рэдкія і рассеяныя элементы. Сам расол можа з вялікай перспектывай выкарыстоўвацца ў раслінаводстве, жывёлагадоўлі, прамысловасці і курорталогіі.

Шырока вядомыя па ўсёй Беларусі кар'еры па здабычы розных відаў будаўнічых матэрыялаў: мелу, даламітаў, глін, пяскоў для вырабу шкла і сілікатнай цэглы, жвіру і г.д.

Разам з тым тэрыторыя Беларусі перспектыўна на пошукі бурштыну, тытану, цыркону, меднай руды, ртуці, рэдказямельных элементаў і іншых.

Беглы пералік карысных выкапняў Беларусі паказвае, што яе нетры не такія ўжо і бедныя.

Якія ж прынцыпы павінны быць пакладзены ў аснову аховы вычарпальных неўзнаўляльных рэсурсаў (мінеральнай сыравіны)? Ахова рэсурсаў заключаецца ў рацыянальнай здабычы і максімальна поўным даставанні з радовішчаў карысных выкапняў; эканамічным расходаванні, разведцы новых запасаў, замене дэфіцытных рэсурсаў, змяншэнні страт на розных стадыях рэсурснага цыкла, выкарыстанні альтэрнатыўных відаў энергетычных рэсурсаў (вецер, біягаз, гідраэнергетыка), рэўтылізацыя.

6.2. УЗНАЎЛЯЛЬНЫЯ РЭСУРСЫ

Да *ўзнаўляльных* рэсурсаў адносяцца рэсурсы біясферы — раслiннасць, жывёльны свет, глеба, торф, а таксама атмасферны кiсларод i некаторыя iншыя, здольныя ўзнаўляцца ў прыродных працэсах i падтрымлiвацца ў вызначанай пастаяннай колькасцi.

6.2.1. Расліннасць

Роля раслiн у кругавароце рэчываў у прыродзе велiзарная i ў першую чаргу дзякуючы iх уласцiвасцi ажыццяўляць фотасiнтэз — складаны бiяхiмiчны працэс, у якiм раслiны з дапамогай зялёнага пiгменту — хларафiлу акумулююць энергiю сонечнага святла, з дапамогай якой пераўтвараюць вуглекiслату i ваду ў багатыя энергiяй арганiчныя злучэннi. Пры гэтым раслiны падтрымлiваюць адноснае пастаянства газавага складу атмасферы, паглынаючы вуглякiслы газ i вылучаючы кiсларод. Без раслiн у насычаным вуглякiслым газам паветры загiнулi б усе аэробныя арганiзмы. Вядучая роля ў гэтым працэсе адведзена лясным фармацыям, бо на iх долю прыходзiцца каля 2/3 бiямасы ўсёй раслiннасцi Зямлi. Лясная раслiннасць вылучае кiслароду ў 10—15 разоў болей, чым любыя iншыя наземныя фiтацэнозы. Пры ўтварэннi 1 т абсалютна сухой арганiчнай масы драўнiны ў залежнасцi ад пароды дрэва паглынаецца каля 1800 кг вуглякiслага газу i вылучаецца каля 1400 кг кiслароду. На працягу часу 1 га лесу паглынае каля 2 т вугляроду i абагачае кiслародам больш 18 млрд. $м^3$ паветра. У гэтым касмiчная роля раслiн.

Вялiкая колькасць раслiн i iх пладоў непасрэдна ўжываецца чалавекам i раслiнаеднымi жывёламi ў ежу. Агульная колькасць такiх раслiн складае каля 20 тыс. вiдаў. Асаблiвае месца займаюць нiжэйшыя раслiны, якiя выклiкаюць працэсы браджэння, неабходныя ў тэхналогii вытворчасцi розных прадуктаў харчавання. Да такiх адносяцца сумчатыя i дражджавыя грыбы i iншыя.

Здаўна раслiны служылi сыравiнай для фармацэўтычнай i касметычнай прамысловасцi. Каля 90 лячэбных прэпаратаў гатуюцца на iх аснове.

У барацьбе з забруджваннем паветра, вады і глебы расліны — першыя памочнікі чалавека. Яны ачышчаюць атмасфернае паветра ад узважаных часцінак пылу. Напрыклад, за вегетатыўны перыяд 1 га яловага лесу ўлоўлівае 32, дубовага 54, букавага — 68 т пылу.

У асобных дрэвавых парод выяўлены газапаглынальныя ўласцівасці: клён серабрысты і ліпа войлачная ўлоўліваюць за адну гадзіну да 570 мг двухвокісу серы; розныя віды вербаў, таполяў, ясеняў — не менш 200 г хлору за сезон, бэз звычайны і таполя бальзамічная паглынаюць свінец.

Раслінам характэрны фітанцыдныя і дэзінфіцыруючыя ўласцівасці. Фітанцыдамі называюцца лятучыя метабаліты, якія валодаюць бактэрыцыднымі ўласцівасцямі, абараняюць расліны і ўтвараюць іх прыродны імунітэт да захворвання. Колькасць фітанцыдаў, што паступае ў паветра, значная. Напрыклад, 1 га хваё-вага лесу вылучае да 2 кг газападобных бактэрыцыдных рэчываў. Дзякуючы дзеянню фітанцыдаў 1 м^3 паветра ў лесе ўтрымлівае 200—300 бактэрый, а ў вялікіх гарадах у 200—250 разоў больш.

Зялёныя насаджэнні значна зніжаюць узровень шуму. Шум адносіцца да фізічнага забруджвання асяроддзя. Вядома, што шум тэхнагенны дрэнна ўплывае на адчуванне людзей. Так, шум больш за 90 дэцыбелаў прыводзіць да стамляемасці чалавека, захворванняў нервова-псіхалагічнага характару. Французскія спецыялісты сцвярджаюць, што празмерны шум абумоўлівае 52% парушэнняў нервовай сістэмы ў жыхароў вялікіх гарадоў.

Зялёнае будаўніцтва ў населеных пунктах садзейнічае паніжэнню вулічнага шуму за кошт паглынання і рассейвання гукавой энергіі лісцямі і ўсёй кронай дрэў і кустоўя. Аднапародная дрэвавая пасадка з зялёнай агароджай паніжае ўзровень шуму на 8—10 дэцыбелаў.

Расліннае покрыва ўплывае на фарміраванне кліматычных умоў у прыземным слоі атмасферы. Яно мяняе сутачны і гадавы ход тэмпературы і вільготнасць, зніжаючы амплітуды іх ваганняў. Асабліва вялікая роля лясоў. Тэмпература паветра пад полагам лесу ў спёку на 4—8°С ніжэй, а вільготнасць на 15—30% вышэй, чым на адкрытым месцы. У любую пару, акрамя зімы,

паверхня глебы пад покрывам раслін больш халодная, чым на адкрытым месцы, а зімой — больш цёплая, што засцерагае яе ад моцнага прамярзання.

Любы від расліннасці ўплывае на паверхневы і ўнутрыглебавы сцёкі, на выпарэнне вільгаці, садзейнічае ўбіранню ападкавых вод, станоўча дзейнічае на водны баланс сушы ў цэлым.

Расліннае покрыва абагачае глебу арганічнымі рэчывамі, якія пераўтвараюцца з удзелам мікраарганізмаў у гумус.

У цяперашні час на Зямлі, па даным Д. Хейвуда, налічваецца каля 250 тыс. відаў вышэйшых раслін, якія сістэматыкі-батанікі аб'ядноўваюць у 12,3 тыс. родаў і 431 сям'ю. У гаспадарчай дзейнасці чалавека найбольшае значэнне маюць наступныя сем'і: структравыя — 12 тыс. відаў, злакавыя — 10 тыс., астравыя — 20 тыс., крыжакветныя — 3 тыс., паслёнавыя — 2,3 тыс., мальвавыя — 1,5 тыс. відаў. У іх склад уваходзяць харчовыя, кармавыя, тэхнічныя, дэкаратыўныя і іншыя расліны.

Эстэтычнаму ўспрыняццю прыроды садзейнічае разнастайнасць форм і фарбаў свету раслін. Многія мастакі, кампазітары, літаратары, скульптары знаходзілі натхненне сярод прыроды. У сваіх творах адлюстроўвалі яе велічнасць, багацце і прыгажосць.

Аздараўляльнае значэнне расліннасці шырока выкарыстоўваецца для розных форм рэкрэацыі насельніцтва, асабліва ў вялікіх гарадах.

Роля раслін вельмі важная ў мінулым, у цяперашні час і не менш важнай будзе ў будучыні. Вялікую частку культурных відаў чалавек браў з дзікай прыроды. Таму вывучэнне і захаванне дзікіх родзічаў культурных раслін як зыходнага матэрыялу і генетычнага фонду для патрэб селекцыі ў будучым з'яўляецца вельмі важнай задачай. Акрамя таго, кожны біялагічны від непаўторны. Ён захоўвае ў сабе інфармацыю філагенетычнага развіцця расліннага свету, расшыфроўка якога мае важнае навуковае і практычнае значэнне.

Тэрыторыя Беларусі адносіцца да зоны змешаных лясоў, паколькі тут растуць хваёвыя і ліставыя лясы. Натуральнай расліннасцю пакрыта амаль 65% тэрыторыі, у тым ліку каля 35 — лясной, 18 — лугавой, 12%

балотнага тыпу. У цэлым флора Беларусі налічвае 1550 відаў, сярод якіх 1511 відаў пакрытанасенныя кветкавыя расліны, 4 — голанасенныя хваёвыя, 20 — папаратнікавыя, 7 — дзеразовыя і 8 — хвашчовыя. З агульнага ліку відаў 27 — дрэвы, 58 — хмызнякі, 23 — хмызнячкі і паўхмызнячкі; 1373 — травяністыя расліны, з іх 1006 — шматгадовыя, 33 — двухгадовыя, 275 — аднагадовыя.

У складзе прыроднай флоры Беларусі сустракаюцца рэліктавыя расліны, эндэмічныя і рэдкія віды для дадзенай тэрыторыі. Беларусь ляжыць на сутыкненні розных геабатанічных зон, таму на яе тэрыторыі праходзяць граніцы арэалаў 276 відаў раслін. Згодна з геабатанічным раяніраваннем вылучаюць тры геабатанічныя падзоны, якія выцягнутыя ў шыротным кірунку. Паўночную частку Беларусі займае падзона дубова-цемнахваёвых лясоў. Тут шырока распаўсюджаны яловыя і шэраальховыя лясы. Цэнтральную частку рэспублікі займае падзона грабава-дубова-цёмнахваёвых ля-соў. Тут павялічваецца плошча дуброў, расце граб, дрок, ракітнік, берасклет еўрапейскі. Падзона шыракалістава-сасновых лясоў займае асноўную частку Палесся. Тут паўсюдна распаўсюджаны сасновыя бары, дубровы, амаль няма яловых лясоў.

Сярод хваёвых лясных фармацый найбольш распаўсюджаны сасновыя насаджэнні — 56,4% ад плошчы лясоў, яловыя — 11,5. На долю каштоўных шыракалістых лясоў — дубровы, ясеневыя і грабавыя лясы — прыходзіцца 4,1%. Астатнія 28% лясоў складаюць бярэзнікі, чорнаалешнікі, асіннікі і іншыя пароды. Агульная плошча лясоў Беларусі 7,5 млн. га, запас драўніны 1095 млн. $м^3$. Сярод сасновых лясоў асноўнымі з'яўляюцца сасновыя бары: лішайнікавы, верасовы, брусн\u0456чны, імшысты, чарнічны; найбольш распаўсюджаны сасняк імшысты — 30 % плошчы сасн\u044fкоў. Найбольш прадукцыйны тып лесу ў Беларусі — ельнік кісл\u0456чны. На багатых глебах растуць дубровы кіслічныя, чарнічныя і арляковыя. Дубровы і іншыя шыракалістыя лясы распаўсюджаны параўнальна на невялікай плошчы, таму іх ахове неабходна надаваць асаблівую ўвагу.

Забяспечанасць лесам на душу насельніцтва ў Бела-

русі дасягае 0,8 га лесанасаджэнняў. Найбольш бязлесныя — Віцебскае ўзвышша, Лідская раўніна, паўночная палова Аршана-Магілёўскага плато, паўднёва-заходняя галіна Беларускай грады, Слуцкая раўніна, паміжрэчча Дняпра і Сожа. З гэтых плошчаў лясы былі выцiснуты сельскагаспадарчай дзейнасцю.

Плошча балот Беларусі складае 0,95 млн. га. Больш за ўсё нізінных балот, якія асабліва шырока распаўсюджаны на Палессі. Расліннае покрыва балот — асокі, хвашчы, папараці, трыснёг, чарот і іншыя. У спалучэнні з дрэвавай расліннасцю травяністыя расліны ўтвараюць вялікую разнастайнасць раслінных згуртаванняў. Склад расліннасці верхавых балот значна бяднейшы. Гэта сфагнавыя імхі, падвей, расіца, журавіны, падбел, багун, а з дрэў — сасна. Верхавыя балоты маюць вялікае гідралагічнае значэнне, яны з'яўляюцца назапашвальнікамі вады, забяспечваюць большую вільготнасць паветра. З балотнымі біяцэнозамі звязаны комплексы жывёл. Таму неабходна захаваць вызначаную колькасць розных тыпаў балот на тэрыторыі Беларусі.

Вялікія плошчы натуральнай расліннасці прадстаўлены лугамі. У лугавых цэнозах пераважаюць злакі і асокі, якія ўтвараюць дзярніну і ўстойлівыя травяныя згуртаванні: мурожніца, батлачык лугавы, метлюжкі, сівец, каласнец безасцюковы, вастрэц, бабовыя і іншыя травы.

Характарыстыка раслiннага покрыва Беларусі і яе батанічна-геаграфічныя асаблівасці з'яўляюцца асноўнымі зыходнымі паказчыкамі і крытэрыямі ўзнаўляльных раслінных рэсурсаў.

Чалавек сваёй дзейнасцю аказвае на расліннасць як станоўчы, так і адмоўны уплыў.

Станоўчы ўплыў выяўляецца ў вырошчванні на вялікіх плошчах разнастайных культурных раслін, якія даюць высокі ўраджай і вялікую колькасць зялёнай масы, што ўдзельнічае ў фотасінтэзе. Вялікія работы праводзяцца па лесаўзнаўленні, аблясенні адкрытых прастораў, азеляненні населеных пунктаў, а таксама па барацьбе са шкоднікамі леса і культурных раслін.

Да адмоўнага ўздзеяння варта аднесці прамое знішчэнне раслін у ходзе іх выкарыстання (высечка лесу, касьба, збіранне грыбоў, ягад, лекавых раслін, пасьба

жывёл), пры стварэнні вадасховішчаў, у ходзе адкрытых распрацовак карысных выкапняў, пры пажарах, у працэсе адводу зямель пад новае ворыва. Да такога ж роду ўздзеянняў неабходна аднесці пагаршэнне ўмоў жыцця раслін пры арашэнні, асушэнні, засаленні глебаў, змяненні гідралагічных умоў вадаёмаў, а таксама забруджванні асяроддзя шкоднымі хімічнымі рэчывамі і элементамі.

З'яўляючыся ўзнаўляльным рэсурсам, расліннасць часта не можа рэалізаваць гэтую здольнасць з прычыны змянення ўмоў размнажэння, росту і развіцця пад прамым або ўскосным уздзеяннем чалавека. Таму некаторыя віды раслін могуць стаць рэдкімі, расці на вызначаным участку.

У выніку адмоўнага ўздзеяння чалавека назіраецца працэс скарачэння расліннага покрыва Зямлі і збяднення відавога складу расліннасці. За апошнія дзесяць тысяч гадоў на Зямлі знішчана 2/3 усіх лясоў. Зараз лясы высякаюцца з хуткасцю 20 га ў хвіліну. Навукова-тэхнічны прагрэс другой паловы XX ст. абумовіў больш высокія, чым калі-небудзь, аб'ёмы эксплуатацыі раслінных рэсурсаў на карысць насельніцтва, рост якога характарызуецца як дэмаграфічны выбух і патрэбы якога ўсё растуць.

Глабальныя змены ў біясферы, выкліканыя за апошнія дзесяцігоддзі пераважна антрапагеннай дзейнасцю (забруджванне асяроддзя і іншыя), прывялі да выміранне вялікай колькасці відаў раслін. Выміранне відаў і скарачэнне арэалаў раслін пачалося прыкладна ў XIX ст., а цяперашні час характарызуецца ўзмацненнем гэтага працэсу. Асаблівая небяспека пагражае відам з абмежаваным арэалам. Пад пагрозай знікнення знаходзіцца амаль 1/10 частка флоры вышэйшых раслін Зямлі.

Ахова рэсурсаў расліннасці патрабуе дакладных ведаў: якім відам няма пагрозы знікнення, якія віды сталі рэдкімі, знікаючымі. Навукоўцамі Беларусі праведзена велізарная праца ў пошуках такой інфармацыі, яна выкладзена ў шматлікіх артыкулах, манаграфіях; і як вынік — другое выданне Чырвонай кнігі.

Гэты навуковы дакумент павінен стаць настольнай кнігай усіх работнікаў прыродаахоўных органаў і гаспадарнікаў. Як сведчыць Чырвоная кніга, цяпер пад-

лягаюць ахове 180 відаў раслін, 17 — грыбоў і 17 відаў лішайнікаў. Да *I катэгорыі* (віды, якія знаходзяцца пад пагрозай знікнення, выратаванне якіх немагчыма без ажыццяўлення спецыяльных мер) адносіцца 48 відаў раслін, 1 від грыбоў і 9 відаў лішайнікаў. Да *II катэгорыі* (віды, колькасць якіх яшчэ адносна высокая, але скарачаецца катастрафічна хутка, і ў недалёкай будучыні можа паставіць іх пад пагрозу знікнення) адносіцца 18 відаў раслін, 4 віды грыбоў і 3 віды лішайнікаў. Да *III катэгорыі* (рэдкія віды, якім цяпер не пагражае знікненне, але трапляюцца яны ў такой невялікай колькасці або на такіх абмежаваных тэрыторыях, што могуць знікнуць пры неспрыяльных зменах асяроддзя пражывання пад уздзеяннем прыродных і антрапагенных фактараў) адносяцца 103 віды раслін, 8 відаў грыбоў і 5 відаў лішайнікаў. Да *IV катэгорыі* (віды, біялогія якіх вывучана недастаткова, колькасць і стан якіх выклікаюць трывогу, аднак недахоп звестак не дазваляе аднесці іх ні да адной з указаных вышэй катэгорый) адносіцца 11 відаў раслін, 4 віды грыбоў. Да *V катэгорыі* (адноўленыя віды, стан якіх дзякуючы прынятым мерам аховы не выклікае больш боязі, але яны не падлягаюць прамысловаму выкарыстанню і за іх папуляцыямі неабходны пастаянны кантроль) пакуль што ні адзін від не аднесены.

Рацыянальнае выкарыстанне і ахова раслінных рэсурсаў патрабуюць перш за ўсё руплівай колькаснай тэрытарыяльнай іх інвентарызацыі. Неабходна ведаць, што і дзе можна выкарыстоўваць, а што трэба ахоўваць і ў залежнасці ад гэтага вырашаць пытанне, як гэта рабіць. Чырвоная кніга ў гэтай справе — першы памочнік.

Ахове падлягаюць расліны на межах іх арэалаў. Важна ведаць тэрытарыяльнае размяшчэнне сыравінных рэсурсаў усіх відаў раслін, якія падлягаюць масавай нарыхтоўцы. Дакладны ўлік рэсурсаў флоры (сукупнасці відаў раслін Беларусі ці асобнага рэгіёну) — неабходная ўмова рацыянальнага прыродакарыстання. Карыстанне расліннасцю не павінна быць вычарпальным. Таму трэба стварыць сістэму чаргавання плошчаў нарыхтовак, вызначыць аб'ём магчымых нарыхтовак, праводзіць іх з улікам біялогіі віду (спосабаў размна-

жэння раслін, іх узнаўляльнай здольнасці, узроставых асаблівасцей).

Ахова лясоў ад пажараў, уздзеяння забруджвальных рэчываў, нерацыянальных высечак будзе садзейнічаць у цэлым ахове разнастайнасці відаў расліннасці.

6.2.2. Жывёльны свет

Жывёльны свет уяўляе сабой важную частку біясферы нашай Зямлі. Разам з раслінамі жывёлы выконваюць выключную ролю ў міграцыі хімічных элементаў, якая ляжыць ў аснове існуючых у прыродзе сувязяў. Жывёлы—спажыўцы арганічнага рэчыва, якое ствараюць расліны з неарганічнага за кошт сонечнай энергіі. Сілкуючыся раслінамі і адзін другім, жывёлы ўдзельнічаюць у біялагічным кругавароце рэчываў планеты.

Значная роля жывёл ва ўтварэнні глебы. Мноства круглых чарвякоў, глебавых кляшчоў, мурашоў, жукоў і іх лічынак, сысуноў і іншых, якія жывуць у глебе, рыхляць яе, садзейнічаюць аэрацыі і пранікненню ў яе вільгаці, абагачаюць арганічнымі рэчывамі, павышаюць ўрадлівасць.

Пры ўдзеле жывёл фарміруецца хімічны склад падземных і грунтавых вод, узнікае асаблівая прыземная атмасфера.

Вялікі ўплыў аказваюць жывёлы на жыццё раслін. Адны жывёлы з'яўляюцца апыляльнікамі раслін, другія — пераносчыкамі іх насення. Значная частка раслін зусім не магла б існаваць без жывёл, бо без дапамогі апошніх яны не могуць апыляцца або рассяляцца. Многія жывёлы (раслінаедныя) ядуць расліны, садзейнічаючы гэтым паляпшэнню або, наадварот, пагаршэнню (пры перавыпасе) расліннага покрыва. Жывёлы здольны выклікаць у раслін розныя захворванні і пашкоджанні, у выніку чаго на вялікіх тэрыторыях расліны могуць загінуць.

Удзельнічаючы ў кругавароце рэчываў у прыродзе, уплываючы на стан і развіццё іншых яе кампанентаў, жывёлы тым самым падтрымліваюць сістэму дынамічнай устойлівасці ў жывой прыродзе. Жыццё жывёл цесна звязана з жыццём раслін, і змяненне колькасці першых непазбежна адбіваецца на колькасці і агульным стане апошніх. Разнастайныя міжвідавыя адносіны

склаліся і паміж жывёламі, таму стан адных відаў знаходзіцца ў залежнасці ад стану іншых.

Жывёлы служаць важнай крыніцай сілкавання і тэхнічнай сыравінай для рознай вытворчасці. Гэта сельскагаспадарчыя жывёлы, рыба, пушныя звяры, разнастайная дзічына і іншыя. Фауна дзікіх жывёл з'яўляецца невычарпальнай крыніцай для адамашнівання. У цяперашні час інтэнсіўна адамашніваюцца пушныя звяры (собаль, норка, пясец, ліса і іншыя), вядуцца вопыты з прыручэннем лася, страуса, глушца і іншых жывёл. Пры вывядзенні новых парод і ў мэтах паляпшэння якасці хатніх жывёл выкарыстоўваюцца для скрыжавання іх блізкія дзікія родзічы.

Агульна вядома эстэтычнае значэнне жывёл, без якіх прырода напалову была б мёртвай. Нарэшце жывёлы з'яўляюцца аб'ектамі навуковых даследаванняў, у тым ліку медыцынскіх і біянічных.

Ацэньваючы значэнне асобных відаў жывёл у гаспадарцы чалавека, неабходна мець на ўвазе, што абсалютна карысных і абсалютна шкодных жывёл няма. Значэнне кожнага з іх часта істотна мяняецца ў залежнасці ад яго месцапражывання, часу года, колькасці і характару гаспадарчай дзейнасці чалавека. Нейтральныя або карысныя віды могуць стаць шкоднымі, шкодныя — карыснымі. Напрыклад, многія насякомыя лугоў пры асваенні апошніх пад ворыва становяцца шкоднікамі сельскагаспадарчых культур. Шпак у першую палову вегетацыі карысны, бо знішчае шмат шкодных насякомых, якімі ён сілкуецца сам, корміць птушанят. З другой паловы лета ён пераключаецца на ягадныя кармы і месцамі прыносіць прыкметную шкоду ягадным садам. Некаторыя драпежныя птушкі і звяры ядуць карысных і шкодных жывёл, адначасова гэтым прыносяць шкоду і карысць.

Гаспадарчая дзейнасць чалавека асабліва моцна ўплывае на жывёл, выклікае павелічэнне колькасці адных, скарачэнне другіх, выміранне трэціх. Уздзеянне чалавека на жывёл бывае прамым і ўскосным. *Прамое* — гэта калі жывёлы праследуюцца і знішчаюцца або рассяляюцца, *ускоснае* — калі змяняюцца ўмовы жыцця, стацыі. У шэрагу выпадкаў можна назіраць абодва ўздзеянні разам. Вынікі ўздзеяння могуць быць як станоўчыя, так і адмоўныя.

Пад прамое ўздзеянне падпадаюць пераважна жывёлы, якіх здабываюць на мяса, тлушч, мех і іншыя патрэбы (лось, дзік, ліса, заяц, вавёрка, андатра, норка і інш.). Частку жывёл перавозяць з іншых мясцін (акліматызацыя), што абагачае фауну. Значная колькасць жывёл гіне ад хімічных рэчываў, якія прымяняюцца для барацьбы са шкоднікамі сельскай гаспадаркі (у тым ліку і карыснай фауны).

Ускоснае ўздзеянне на жывёл дасягнула вельмі вялікай разнастайнасці і памеру. Высечкі лясоў, асушэнне балот, утварэнне вадасховішчаў, гідрамеліярацыя, спрамленне рачулак, пасадка ахоўных палос уздоўж дарог, будаўніцтва гарадоў, забруджванне атмасферы, вады і глебы — усё гэта карэнным чынам змяняе ўмовы жыцця жывёл.

Частка жывёл прыстасоўваецца да зменепай чалавекам прыроды, знаходзіць у ёй прыдатныя ўмовы існавання. Колькасць іх павялічваецца, арэал пашыраецца. Да такіх відаў можна аднесці дамавога і палявога вераб'ёў, якія разам з земляробствам пашырыліся на поўнач леснай зоны, амаль да тундры. За высечкай лясоў і з'яўленнем палёў перасунулася на поўнач мяжа арэалу зайца-русака.

Пад уздзеяннем чалавека ўзнік культурны ландшафт з вельмі спецыфічнай для яго фаунай. Такія віды, як шызы голуб, дамавы і палявы вераб'і, вясковая і гарадская ластаўкі, галка, грак, звычайны шпак, дамавая мыш, пацук, жывуць толькі ў культурным ландшафце. Яскравы прыклад таму — адсутнасць гэтых жывёл у населеных пунктах, насельніцтва з якіх адселена ў выніку радыеактыўнага забруджвання.

Некаторыя жывёлы не могуць прыстасавацца да змененых чалавекам умоў пражывання і мігрыруюць у новыя месцы або гінуць. Неспрыяльныя змены ўмоў жыцця на значнай частцы арэала віду прыводзяць да вялікага паніжэння яго колькасці, як крайні выпадак — да поўнага вымірання.

Такім чынам, дзейнасць чалавека ўплывае на жывёл станоўча і адмоўна. Пры гэтым адмоўнае ўздзеянне, якое прыводзіць да поўнага знікнення адных відаў, пераходу ў ранг рэдкіх і знікаючых другіх, скарачэння запасаў трэціх, прымае даволі вялікія і ўзрастаючыя маштабы, што патрабуе неадкладных мер аховы.

У Беларусі сустракаецца звыш 430 відаў пазваночных жывёл, у тым ліку сысуноў налічваецца 73 віды. Рэптылій — 7, амфібій — 12, рыб — 58, птушак — каля 300. Большая частка птушак — 102 віды— жыве ў лясах, 61 від — на балотах і берагах вадаёмаў, 42 віды гняздзяцца на палях, а астатнія бываюць пралётам вясной і восенню, або залётныя. Надзвычай вялікай разнастайнасцю выдзяляюцца насякомыя — іх каля 30 тыс. відаў. Матылі прадстаўлены болей як 1500 відамі, павукі — 250, мураўі і чмялі — 70, ракападобныя — 100 відамі. Багатая і глебавая фауна. Пад уплывам антрапагеннага ўздзеяння адбываецца змяненне колькасці відаў жывёл, іх прасторавае размеркаванне. Адбыліся змены відавога складу птушак Беларусі: зніклі коўпіца, каравайка, драфа, стрэпет, чорны грыф; скарацілася колькасць глушца, цецерука, белай курапаткі і іншых. Назіраюцца змены колькасных і якасных характарыстык іншых сістэматычных груп жывёл. Тэндэнцыя да скарачэння колькасці відаў характэрна не толькі для Беларусі, але і ўсёй Зямлі. Да цяперашняга часу знікла з планеты прыкладна 150 відаў і падвідаў птушак і больш за 100 знаходзяцца на мяжы знікнення. З сусветнай фауны сысуноў вымерла 106 відаў. Зараз каля 600 відаў жывёл знаходзіцца на шляху да вымірання.

Гістарычныя весткі сведчаць, што яшчэ ў 1409 г. на працягу восені і зімы ў Белавежскай пушчы кароль Ягела злавіў для літоўскай конніцы шмат лясных коней (тарпанаў). Зараз тарпанаў у Беларусі няма. Не ўбачыць і іх сучаснікаў тураў — лясных быкоў. Апошні тур быў забіты ў 1627 г. у Янтроўскім лесе на мяжы з сучаснай Літвой. У 1919 г. быў забіты апошні зубр на Беларусі, але дзякуючы намаганням вучоных яго колькасць была ўзноўлена і зараз на Беларусі жыве звыш 350 зуброў, у тым ліку каля 300 у Белавежскай пушчы, а таксама вольныя статкі ў Барысаўскім, Асіповіцкім, Валожынскім раёнах і Прыпяцкім нацыянальным парку. У вельмі цяжкім становішчы ў свой час былі папуляцыі бабра, высакароднага аленя, лася і іншых каштоўных жывёл.

У другое выданне Чырвонай кнігі Беларусі (1993) уключаны 182 віды жывёл, гэта значыць у параўнанні

з першым (1982) яе выданнем спіс павялічыўся больш як на 100 відаў. Да *I катэгорыі* аднесена 14 відаў птушак, 2 — рыб, 1 — насякомых, 1 — двухстворкавых малюскаў; да *II катэгорыі* — 2 віды сысуноў, 15 — птушак, 2 — паўзуноў, 1 — амфібій, 2 — рыб, 19 — насякомых, 4 — ракападобных; да *III катэгорыі* — 10 відаў сысуноў, 28 — птушак, 1 — рыб, 51 — насякомых, 1 — ракападобных; да *IV катэгорыі* — 1 від сысуноў, 17 — птушак, 8 — насякомых; да *V катэгорыі* — 1 від сысуноў, 1 — птушак. Павелічэнне колькасці "чырвонакніжнікаў" тлумачыцца, з аднаго боку, больш грунтоўным вывучэннем жывёльнага свету і атрыманнем звестак аб іх біялогіі і экалогіі, а з другога — змяншэннем колькасці і пагрозай знікнення некаторых відаў жывёл.

А роля жывёльных арганізмаў у функцыянаванні біясферы як цэласнай сістэмы, якая забяспечвае непарыўную сувязь геалагічных і біялагічных працэсаў, вельмі важная. Згодна з сусветнай стратэгіяй аховы прыроды, адной з самых важных праблем сучаснасці з'яўляецца захаванне генафонду жывых арганізмаў Зямлі, біялагічная разнастайнасць якіх забяспечвае падтрыманне кругавароту арганічнага рэчыва, устойлівасць функцыянавання экасістэм. Таму заканадаўства прадугледжвае захоўванне відавой разнастайнасці жывёл у стане натуральнай свабоды, ахове іх месцаў пражывання, умоў размнажэння і шляхоў міграцыі, захоўванне цэласнасці натуральных згуртаванняў.

Сучаснае прадстаўленне аб ахове прыроды, у тым ліку жывёл, непарыўна звязана з рацыянальным выкарыстаннем рэсурсаў — навуковым абаснаваннем, узнаўленнем жывёльнага свету, рэгуляваннем колькасці жывёл у мэтах аховы здароўя насельніцтва і папярэджваннем страт народнай гаспадаркі. Меры аховы жывёльнага свету забяспечваюцца ўстаноўленымі правіламі і нормамі па ахове, рацыянальнаму выкарыстанню і ўзнаўленню; захаваннем асяроддзя пражывання, умоў размнажэння і шляхоў міграцыі жывёл; прадухіленнем гібелі жывёл пры ажыццяўленні вытворчых працэсаў; утварэннем запаведнікаў і заказнікаў, вылучэннем іншых асабліва ахоўваемых тэрыторый; развядзеннем ў няволі рэдкіх відаў і тых, што знаходзяцца

пад пагрозай знікнення. Для гэтай мэты служыць абмежаванне адстрэлу (адлову) жывёл для заалагічных калекцый; аказванне дапамогі жывёлам у выпадку захворванняў, пагрозы іх гібелі пры стыхійных бедствах; арганізацыя навуковых даследаванняў, якія накіраваны на абгрунтаванне мер па ахове жывёльнага свету; выхаванне ў грамадзян гуманных адносін да прыроды.

У кожным рэгіёне жывёльны свет, традыцыі і характар яго выкарыстання і аховы маюць свае асаблівасці. Таму, нягледзячы на дэтальную характарыстыку мер аховы і шляхоў выкарыстання жывёльнага свету, якія павінны быць у заканадаўстве ва ўмовах розных тыпаў ландшафтаў, характару і ступені іх антрапагеннай трансфармацыі, вызначаюцца канкрэтныя, спецыфічныя навукова абгрунтаваныя накірункі дзейнасці па рэалізацыі заканадаўства.

Беларусь адносіцца да рэгіёну з інтэнсіўным развіццём прамысловасці, сельскай гаспадаркі, хуткім ростам гарадскога насельніцтва, высокай шчыльнасцю дарожнай сеткі, высокім узроўнем рэкрэацыйнай дзейнасці, значная частка тэрыторыі якога забруджана радыенуклідамі. Гэта прыводзіць да дыферэнцыяцыі прыродных комплексаў, іх драбленню і ізаляванасці фрагментаў. Размеркаванне антрапагеннай нагрузкі неаднастайнае.

Разам з тым краіна вельмі дыферэнцавана па шэрагу фізіка-геаграфічных, кліматычных, гідралагічных і фларыстычных характарыстык, якія адыгрываюць сумесна з антрапагеннымі ўздзеяннямі важную ролю ў экалогіі большасці груп жывёл, што адлюстроўваецца на геаграфічнай зменлівасці стану жывёльнага свету. У сувязі з гэтым адным з галоўных прынцыпаў аптымізацыі планавання выкарыстання і аховы жывёльнага свету з'яўляюцца ацэнка і ўлік дыферэнцыяцыі рэгіёну па ландшафтна-геаграфічных асаблівасцях, антрапагеннай трансфармацыі.

Распрацоўка і выкарыстанне сістэмы дыягнастычна значных крытэрыяў, якія дазваляюць аператыўна ацэньваць сучасны стан і прагназіраваць магчымыя змены жывёльнага свету ў будучым, — важнае ахоўнае мерапрыемства. З гэтай праблемай звязана вядзенне

дзяржаўнага ўліку жывёл і іх выкарыстання, дзяржаўнага кадастра жывёльнага свету.

Ахова жывёльнага свету мае міжнародны аспект. Вядома, што жывёлы не ведаюць меж паміж дзяржавамі. Такая з'ява, як міграцыя праз межы дзяржаў, вельмі распаўсюджана. Таму меры аховы жывёл у розных дзяржавах павінны быць уніфікаваны.

6.2.3. Зямельныя рэсурсы

Глеба — *рыхлы паверхневы слой зямной кары, які ўтварыўся ва ўмовах працяглага кантакту атмасферы, літасферы і біясферы ў выніку фізічных, хімічных і біялагічных працэсаў.* Асабліва вялікая роля ў стварэнні глебы адводзіцца жывым арганізмам, якія садзейнічаюць развіццю асноўнай уласцівасці глебы — урадлівасці. *Урадлівасць глебы* бывае натуральная і штучная. Натуральная ўрадлівасць уласціва ўсякай глебе. У адных выпадках яна бывае высокай, у другіх — нізкай. Штучная ўрадлівасць утвараецца чалавекам пры выкарыстанні глебы: яе апрацоўцы, унясенні удабрэнняў, гідрамеліярацыі і іншых станоўчых уздзеяннях. Глеба акультурваецца і валодае пры гэтым як натуральнай, так і штучнай урадлівасцю.

Глеба мае важнае значэнне ў агульным кругавароце рэчываў. Пры яе ўзаемадзеянні з рознымі элементамі прыроды ўтвараюцца экалагічныя рады (біяцэнозы), якія выконваюць у біясферы планеты важнейшыя функцыі, забяспечваюць існаванне жыцця. Яна служыць асяроддзем жыцця і субстратам для развіцця раслін і жывёл.

Асабліва вялікая роля глебы ў жыцці чалавека, таму што менавіта праз яе чалавек атрымлівае ўсё неабходнае для свайго існавання. Глеба і яе ўрадлівасць — гэта незаменная і важнейшая крыніца харчовых рэсурсаў чалавецтва, галоўнае багацце, ад якога залежыць наша жыццё. Часта сустракаюцца два паняцці: зямля і глеба. Зямля — больш шырокае паняцце. Апроч таго, што яно ўключае ў сябе тое, што азначае глеба (кампанент экасістэмы), зямля мае эканамічнае і тэрытарыяльнае значэнне — гэта сродак вытворчасці ў сельскай і лясной гаспадарцы. Землі выкарыстоўваюцца пад разнастайныя збудаванні.

Глеба мае важнае санітарнае і гігіенічнае значэнне.

Яна з'яўляецца асяроддзем жыцця шматлікіх ніжэйшых жывёл і мікраарганізмаў, якія выклікаюць захворванні чалавека (гістаплазмоз, халера). Глеба выконвае ролю "інкубатара" для многіх гельмінтаў. Дае прытулак крывасмокам, кляшчам, грызунам, якія з'яўляюцца пераносчыкамі некаторых захворванняў. У глебе могуць знаходзіцца ўзбуджальнікі чумы, тыфу, туберкулёзу і дызентэрыі.

На стан здароўя чалавека аказвае ўплыў (праз харчовы ланцуг) хімічны склад глебы. Недахоп або лішак асобных хімічных элементаў бывае такі вялікі, што выклікае ў арганізме парушэнне абмену рэчываў і эндэмічныя захворванні насельніцтва. Для Беларусі характэрна такое захворванне, як эндэмічны зоб, што звязана з недахопам ёду ў глебе.

Глеба пакрывае амаль усю паверхню сушы, за выключэннем тэрыторый, якія занятыя скаламі, каменістымі россыпамі, леднікамі, гарадамі, дарогамі і іншымі аб'ектамі. Зямельны фонд планеты і кожнай дзяржавы ўяўляе спалучэнне разнастайных катэгорый зямель.

Галоўнымі паказчыкамі дабрабыту насельніцтва краін з'яўляюцца плошча ворыўнай зямлі на аднаго жыхара і яе ўрадлівасць. У сувязі з ростам насельніцтва на планеце першы паказчык паніжаецца і складае 0,5 га на 1 жыхара. Такая ж тэндэнцыя назіраецца і ў Беларусі: плошча ворыва на 1 жыхара ў 1980 г. была 0,64 га, у 1988 г. 0,60 га.

На тэрыторыі Беларусі развіваюцца ў асноўным падзолісты, дзярновы і балотны працэсы глебаўтварэння ў чыстым выглядзе або ў выглядзе іх спалучэння у залежнасці ад сукупнасці фактараў і ўмоў. На тэрыторыі краіны вылучана 165 разнавіднасцяў глебы, якія па спалучэнні працэсаў глебаўтварэння аб'ядноўваюцца ў

Размеркаванне зямель свету і Беларусі, млн.га/%

Землі	Агульная плошча	Ворыўныя землі і шматгадовыя насаджэнні	Лясная плошча	Лугі, сенакосы, выганы	Іншыя (гарады, дарогі, леднікі і г. д.)
Свету	13386,6 / 100	1470,7 / 11	4134,8 / 30,1	2945,7 / 22,3	4868,2 / 36,6
Беларусі	20,7 / 100	5,8 / 28,0	7,4 / 35,2	8,1 / 15,0	4,4 / 21,8

шэсць тыпаў: дзярновыя і дзярнова-карбанатныя, дзярнова-падзолістыя, дзярнова-падзолістыя забалачваемыя, дзярновыя і дзярнова-карбанатныя забалачваемыя, тарфяна-балотныя і глебы поймаў.

Дзярновыя і дзярнова-карбанатныя глебы сустракаюцца на багатых вапнаю пародах, яны характарызуюцца высокім (да 4,5%) утрыманнем перагною і нейтральнай або слаба шчолачнай рэакцыяй глебавага раствору. У Беларусі яны займаюць 0,2% і ў асноўным пад ворывам. Найбольшыя плошчы сустракаюцца ў Магілёўскай і Гомельскай абласцях. Гэта самыя ўрадлівыя глебы ў рэспубліцы, прыгодныя для вырошчвання найбольш патрабавальных да глебавых умоў культур: гародніны, цукровых буракоў, кукурузы, пшаніцы і бабовых.

Дзярнова-падзолістыя глебы ўтвараюцца ў выніку сумеснага ўздзеяння драўніннай і травяністай расліннасці, а таксама ў выніку акультурвання падзолістай глебы. Фарміруюцца на пародах рознага механічнага саставу, займаюць узвышаныя элементы рэльефу, плоскія водападзелы і схілы з глыбокім заляганнем глебава-грунтавых вод. У Беларусі займаюць 42, 3%, на 68% яны пад ворывам. Гэтыя глебы кіслыя, таму патрабуюць вапнавання.

Дзярновыя і дзярнова-карбанатныя забалачваемыя глебы займаюць 9% агульнай тэрыторыі. Звыш 2% ворыва, 24% сенажацяў і паш размешчана на гэтых глебах. Ва ўмовах павышанага ўвільгатнення тэрыторыі мінералізаванымі глебава-грунтавымі водамі фарміруюцца *дзярновыя забалочаныя карбанатныя глебы*.

На дзярнова-падзолістых забалачваемых глебах знаходзіцца 28% ворыва, 49,7% сенажацяў і пашаў. Развіццё гэтай глебы звычайна адбываецца на раўнінах і паніжаных элементах рэльефу, якія ўтвараюць спрыяльныя ўмовы для перыядычнага і пастаяннага пераўвільгатнення тэрыторыі.

Тарфяна-балотная глеба складае 15%. Узнікненне балот і іх развіццё непарыўна звязана з пастаяннай лішкавай вільготнасцю верхніх гарызонтаў глебы: раслінныя астаткі не поўнасцю згніваюць і на паверхні мінеральнай часткі глебы пастаянна назапашваецца слой торфу.

Глебы поймаў (алювіяльныя) фарміруюцца ў пой-

мах буйных рэк ва ўмовах перыядычнага затаплення іх паводкавымі водамі.

Зямельныя ўгоддзі маюць два віды ацэнкі: банітаванне глебы і эканамічная ацэнка зямель. Банітаванне глебы — гэта класіфікацыя глебы па яе прадукцыйнасці. Яна пабудавана па эфектыўнай урадлівасці, прыродных уласцівасцях глеб, якія ўплываюць на ўраджайнасць сельскагаспадарчых культур, яна ўключае тып, від глебы, механічны склад, акультуранасць і г.д.

Эканамічная ацэнка зямель вызначаецца эканамічнай урадлівасцю, такім чынам разам з эфектыўнай урадлівасцю ўлічваецца ўкладанне сродкаў і працы. Таму асноўныя паказчыкі эканамічнай ацэнкі зямель — ураджайнасць, сабекошт, валавы прадукт, чысты даход і іншыя.

Адмоўны ўплыў на зямельныя рэсурсы і сучасны стан глебавага покрыва вызначаецца ў першую чаргу дзейнасцю грамадства. Гэтая дзейнасць выступае на першае месца сярод фактараў глебаўтварэння з моманту ўвядзення натуральных зямель у культуру. Хоць прыродныя фактары пры гэтым не перастаюць дзейнічаць на глебу, але характар гэтага ўздзеяння рэзка мяняецца. Шляхі і спосабы ўздзеяння чалавека на глебу вельмі шматлікія і залежаць ад узроўню вытворчых сіл грамадства.

Усе працэсы і з'явы, якія выклікаюць дэградацыю глебы, паніжаюць глебавую ўрадлівасць, разбураюць зямельныя рэсурсы, памяншаюць плошчу сельскагаспадарчых зямель, М.Н. Заслаўскі (1979) умоўна падзяліў на 4 групы:

1. Прыродныя працэсы, неспрыяльнае ўздзеянне якіх на глебавы покрыў прадухіліць нельга: землятрусы, карсты, суффозія (вынас мінеральных часцінак і раствораных рэчываў вадой), соліфлюкцыя (павольнае сцяканне адталага слоя глебы).

2. Прыродныя працэсы, якія чалавек можа прадухіліць або паменшыць іх неспрыяльнае ўздзеянне на глебу: абразія (разбурэнне берагоў рэк), засаленне глеб у выніку выпарвання грунтавых вод, якія ўтрымліваюць у сабе многа солей, змыў і размыў глеб ў час моцнага дажджу, а таксама пылавыя буры пры моцных вятрах.

3. Прыродныя працэсы, інтэнсіўнае праяўленне якіх у многім абумоўлена нерацыянальнай гаспадарчай дзейнасцю чалавека: інтэнсіўны змыў і размыў глебы паверхневым часовым сцёкам (у час паліву), інтэнсіўнае выдуванне і засаленне ўрадлівай глебы, другаснага засалення, забалочвання.

4. З'явы, якія цалкам звязаны з гаспадарчай дзейнасцю чалавека: забруджванне глебы таксічнымі выкідамі прадпрыемстваў і транспарту; разбурэнне глебавай структуры і моцнае ўшчыльненне глебы у выніку празмернай апрацоўкі цяжкімі машынамі і прыстасаваннямі; разбурэнне схілаў у час выпасу жывёлы; пераасушэнне; адвод пад розныя грамадскія патрэбы (дарогі, гарады, каналы і інш.).

Таўшчыня глебавага слоя ў сярэднім дасягае 18—20 см, у асобных выпадках некалькіх міліметраў або да 2 м. Утварэнне глебы вельмі працяглы шматвекавы працэс — па падліках вучоных для ўтварэння слоя глебы 2—3 см у сучасных умовах неабходна ад 200 да 1000 гадоў.

Адной з асноўных прычын пагаршэння якасці зямельных рэсурсаў з'яўляецца паскораная эрозія глебы. Слова эрозія ўтварылася ад лацінскага *erodere*, што ў перакладзе — раз'ядаю. Нармальная або натуральная (геалагічная) эрозія адбываецца ў натуральнай прыродзе. Але глеба, якая абаронена расліннасцю, эрадзіруе вельмі павольна, знос і разбурэнне рэчываў кампенсуецца працэсамі глебаўтварэння. У сярэднім кожную тысячу гадоў з кантынента зносіцца слой каля 1,5 м. Пад уплывам антрапагеннага ўздзеяння ўзнікае паскораная эрозія, якая часта прыводзіць да поўнага разбурэння глебы. Яна цячэ ў 100—1000 разоў хутчэй, чым прыродная эрозія.

Пад тэрмінам "**эрозія глеб**" *разумеюць разбуральны ўплыў бягучай талай, дажджавой і ліўневай вады, ветру і лёду на глебавы покрыў і падсцілаючыя пароды.* Адрозніваюць водную, ветравую (дэфляцыя) і ледніковую эрозію. Яна праяўляецца ў выглядзе прамыін, яраў, баразён, леек выдування; у вельмі сухія перыяды вятры паднімаюць у паветра велізарныя масы пылу, выдуваюць з глебы дробныя часцінкі, утвараюць пылавыя буры.

У выніку эрозіі за апошняе стагоддзе на Зямлі стра-

чана 2 млрд. га урадлівых зямель, або 27% зямель актыўнага сельскагаспадарчага фонду. Пры эразійным разбурэнні глебы адбываецца знос цвёрдага матэрыялу, які пераносіцца рэкамі ў Сусветны акіян. Штогод цвёрды сцёк перавышае 3 млрд. т. У разліку на 1 га ворыва гэта складае 2 т. Такім чынам, кожны год змываецца такая колькасць глебы, на якой пры рацыянальным гаспадаранні можна было б пракарміць 30 млн. чалавек.

Развіццю эрозіі садзейнічаюць наступныя фактары: узворванне глебы без захоўвання супрацьэразійных мерапрыемстваў, вынас рэчываў сілкавання з ураджаем культур, знішчэнне лясоў, схіл мясцовасці, непамерны выпас жывёл на схілах.

У Беларусі воднай эрозіі падвергнута глеба на плошчы 4,3 млн. га. Пылавыя буры назіраліся ў 1949, 1955, 1961 гг . пасля асушэння Палесся. Пры хуткасці ветру 6—8 м/с узнікаюць пылавыя буры на тарфяніках, пры 8—9 м/с назіраецца выдуванне на мінеральнай глебе.

Сур'ёзнай праблемай з'яўляецца засаленне глебы — працэс назапашвання ў верхніх гарызонтах глебы шкодных для раслін солей Na_2CO_3, $MgCO_3$, Na_2SO_4, NaCl і іншыя. Самае знішчальнае дзеянне аказваюць солі натрыю. У натуральных умовах засаленне глебы адбываецца праз насычаныя солямі грунтавыя воды, якія па глебавых капілярах падымаюцца ўверх і выпараюцца, а солі застаюцца на паверхні глебы. Найбольшую бяспеку ў земляробстве прадстаўляе другаснае засаленне арашаемых зямель.

У вялікіх маштабах забруджваюць глебу адыходы сельскай гаспадаркі: пестыцыды, баластныя элементы мінеральных тукаў. У працэсе вытворчай дзейнасці чалавек здабывае і рассейвае сканцэнтраваныя ў зямной кары запасы жалеза, медзі, ртуці, свінцу і іншых металаў. У выніку няпоўнага выкарыстання сыравіны, прамых страт і адыходаў вытворчасці да сярэдзіны наступнага стагоддзя канцэнтрацыя металаў у глебе можа павялічыцца ў 10—100 разоў і болей.

Паступаючыя ў глебу хімічныя злучэнні назапашваюцца і прыводзяць да паступовай змены хімічных і фізічных уласцівасцяў глебы: парушаецца геахімічнае асяроддзе, паніжаецца колькасць жывёльных арганіз-

маў, пагаршаюцца ўрадлівыя ўласцівасці самой глебы.

На 800 тыс. га глебы Беларусі адмоўны эфект аказваюць выкіды транспарту і прамысловасці гарадоў, 1,8 млн. га забруджаны ў рознай ступені радыенуклідамі.

Ахова зямель — гэта ліквідацыя фактараў неспрыяльнага ўздзеяння на іх. Захоўванне прадукцыйнасці глебавых рэсурсаў звязана перш за ўсё з прадухіленнем розных форм эрозіі глебы. Універсальным спосабам абароны глебы з'яўляецца полеахоўнае лесаразвядзенне. Лясныя паласы — гэта пасадкі драўнінна-хмызняковых парод у некалькі радоў рознай шырыні, якія размяшчаюцца перпендыкулярна напрамку дзеяння фактараў эразійнага працэсу на межах палёў. На ўчастках, абароненых ляснымі палосамі, утвараюцца лепшыя мікракліматычныя ўмовы для росту культур, паніжаецца хуткасць ветру, сухасць паветра, выпарэнне вільгаці, паляпшаецца снегазатрыманне. Ад ветравой эрозіі глебу засцерагаюць глебаахоўныя севазвароты з палосным размяшчэннем пасеваў і папараў, залужэнне, а таксама безадвальная апрацоўка з захаваннем пожні на паверхні поля. У тых раёнах, дзе пашырана водная эрозія, апрацоўка глебы праводзіцца абавязкова ўпоперак схілу, каб прадухіляць сцёк вады па паверхні глебы. Крутыя схілы залужаюцца. Там, дзе водная эрозія ўтварае яры, будуюцца супрацьэразійныя гідратэхнічныя збудаванні.

Барацьбу з эрозіяй звычайна пачынаюць з супрацьэразійнай арганізацыі тэрыторыі. На плошчах, у рознай ступені падвергнутых эрозіі, праектуюць комплекс арганізацыйна-гаспадарчых, агратэхнічных, лесамеліярацыйных і гідратэхнічных мерапрыемстваў. Самым простым і эфектыўным агратэхнічным мерапрыемствам па рэгуляванню паверхневага сцёку талай і ліўневай вады, па барацьбе з эрозіяй глебы і засухай з'яўляецца ворыва, культывацыя і радавы пасеў або пасадка ўпоперак схілу. Кожная баразна ворыва, кожная расліна перашкаджае сцёку, у шмат разоў скарачае змыванне глебы і павышае запас вільгаці ў ёй.

Значнае пашырэнне атрымала абвалоўванне раллі і папараў часовымі земляныміваламі, паглыбленне ворнага слоя, лункаванне і мульчыраванне, якія прымяняюцца з улікам прыродных умоў і асаблівасцей кожнай

гаспадаркі, а таксама віду эрозіі. Стрымліваюць эразійны працэс пасадкі дрэў і хмызнякоў каля яроў, вадаёмаў і каналаў арашэння.

Эксперыментальна выкарыстоўваюцца палімерныя прэпараты, якія склейваюць глебавыя часцінкі, але не перашкаджаюць пранікненню ў глебу вільгаці і паветра.

У агульную сістэму барацьбы з эрозіяй глебы ўваходзяць гідратэхнічныя мерапрыемствы. Да іх адносяцца: пастаянныя земляныя валы з шырокімі аснаваннямі, тэрасы, земляныя і пляцёныя гаці. Для замацавання яроў прымяняюць сістэму канаў і валоў, якія робяцца над ярам або крутым схілам. Рэгуляваннем руху сцёкавай вады, пераўтварэннем яго з паверхневага ва ўнутрыглебавы і дасягаецца абарона глебы ад змыву і размыву.

Працэс узнаўлення зямель, парушаных гаспадарчай дзейнасцю людзей і большай часткай занятых пад прамысловыя патрэбы, называецца *рэкультывацыяй* зямель, падзяляецца на горна-тэхнічную і біялагічную фазы. На першай фазе раўняюць мясцовасць — засыпаюць кар'еры, равы, праводзяць хімічнае раскісленне адвалаў, насыпаюць урадлівы слой глебы. На другой фазе ўзнаўляюць глебава-раслінны покрыў і ўрадлівасць глебы.

Бездэфіцытны баланс глебы прадугледжвае вяртанне мінеральнымі і арганічнымі ўдабрэннямі той масы элементаў, што выносіцца з ураджаем. Пры гэтым вельмі важна нарошчванне ў глебе гумусу.

Прымаюцца актыўныя меры па абароне глебы ад забруджвання рознымі хімічнымі злучэннямі. Нарміраванне забруджвання глебы таксічнымі злучэннямі праз гранічна-дапушчальныя канцэнтрацыі апошніх — важны напрамак у справе аховы глебы. Маніторынг усіх уласцівасцяў глебы ва ўсіх ландшафтах Беларусі дазволіць своечасова паставіць дыягназ, прыйсці на дапамогу глебе.

Ахова зямельных рэсурсаў прадугледжвае максімальнае скарачэнне плошчаў пад розныя збудаванні. Гэта дасягаецца павышанай этажнасцю дамоў, выкарыстаннем падземнай прасторы, рацыянальным размяшчэннем дарожнай сеткі.

Мерапрыемствы па ахове зямлі абапіраюцца на Закон аб зямлі, у якім закладзены прававыя нормы ў сферы выкарыстання зямельных рэсурсаў.

Сярод аднаўляльных рэсурсаў важнае месца займае торф. Эксплуатацыйныя запасы торфу ў Беларусі складаюць 1,7 млрд. т (4,1 млрд. т разведаныя). Тэмпы назапашвання торфу ідуць вельмі марудна ў параўнанні з тэмпамі карыстання ім. Штогод з торфу гатуюць 2,4 млн. т тарфяных брыкетаў. Торф выкарыстоўваецца як арганічнае ўдабрэнне. Калі захаваць тыя тэмпы, з якімі здабываецца торф на паліва, то ягоных запасаў хопіць толькі на 25 гадоў. У сувязі з гэтым торф як паліва ў выглядзе брыкетаў мэтазгодна захаваць толькі для бытавога сектара спажывання. Больш эфектыўна выкарыстоўваць торф для сельскай гаспадаркі ў якасці арганічнага ўгнаення.

6.3. АХОЎВАЕМЫЯ ТЭРЫТОРЫІ

Сярод шматлікіх аспектаў аховы раслін і жывёл адзначаюць:

этычны — чалавек як носьбіт розуму не мае маральнага права на поўнае знішчэнне тых або іншых відаў жывых істот, якія ўзніклі на Зямлі ў выніку працяглага эвалюцыйнага працэсу;

экалагічны — кожны жывы арганізм з'яўляецца элементам складана арганізаваных экасістэм, якія звязаны мноствам функцыянальных узаемаадносін (у тым ліку трафічных) з іншымі элементамі, у сувязі з гэтым знішчэнне папуляцыі якога-небудзь арганізма ў экасістэме прыводзіць да істотных, у шэрагу выпадкаў непажаданых і незваротных пераўтварэнняў;

прагматычны (практычны) — кожны біялагічны від з'яўляецца рэальнай або патэнцыяльнай крыніцай розных рэсурсаў, зыходным матэрыялам для селекцыйнай работы, носьбітам спецыфічнага фонду генаў, у якім закадзіраваны карысныя якасці арганізмаў;

біялагічны (навуковы) — кожны від уяўляе этап прагрэсіўнага развіцця біёты, індыкатар складаных гістарычных працэсаў развіцця біясферы, а таксама яе змен пад уплывам антрапагенных уздзеянняў, што мае важнае значэнне для палеагеаграфічных рэканструкцый, вызначэння сучасных тэндэнцый і распрацоўкі прагнозу магчымых лакальных, рэгіянальных і біясферных пераўтварэнняў;

эстэтычны — шматлікія віды раслін і жывёл слу-

жаць крыніцай задавальнення культурных і духоўных патрэб чалавека.

Антрапагенны ціск на прыродныя экасістэмы ўзмацняецца. Каб зберагчы раслiннасць, жывёльны свет і ўвогуле генетычную разнастайнасць, неабходна ствараць ахоўваемыя тэрыторыі.

У Беларусі створаны 2 запаведнікі, 4 нацыянальныя паркі, 85 заказнікаў рэспубліканскага значэння і іншых ахоўваемых аб'ектаў. Плошча прыродна-запаведнага фонду складае 849,9 тыс. га (3,9% плошчы Беларусі). У перспектыве плануецца павялічыць ахоўваемыя тэрыторыі да 2 млн. га, што складзе 9% ад плошчы краіны.

Зараз адпаведнай пастановай Урада Беларусі ўсе аб'екты, што падлягаюць ахове, аб'яднаны ў адзіную сістэму ■ уключэннем асабліва ахоўваемых тэрыторый, прыродна-міграцыйных калідораў, якія злучаюць іх, водаахоўных зон уздоўж рэк і азёр, санітарна-ахоўных зон вакол буйных гарадоў. Гэта свайго роду прыродны каркас экалагічнай аховы і стабільнасці ландшафтаў.

Запаведнікі — гэта прыродаахоўныя навукова-даследчыя ўстановы рэспубліканскага значэння. У іх задачы ўваходзіць захаванне ў натуральным стане прыроднага комплексу запаведніка; правядзенне навуковых даследаванняў; арганізацыя маніторынгу навакольнага асяроддзя; садзейнічанне ў падрыхтоўцы навуковых кадраў і спецыялістаў у галіне аховы прыроды; папулярызацыя прыродаахоўных поглядаў і справы аховы прыроды.

Бярэзінскі запаведнік арганізаваны ў 1925 г. як баброві. Менавіта тут у вярхоўях Бярэзіны захавалася частка некалі магутнай у Беларусі папуляцыі бабра. Плошча запаведніка складае каля 76 тыс. га. На адносна невялікай тэрыторыі запаведніка можна азнаёміцца з усімі найбольш тыповымі ландшафтамі цэнтральнай часткі Беларусі. Галоўнай лесаўтваральнай пародай запаведніка з'яўляецца сасна. Яна займае каля паловы ўсёй пакрытай лесам плошчы. Затым ідуць бярэзнікі, чорнаалешнікі, ельнікі, дубнякі і шэраалешнікі. Усе гэтыя пароды ў прыродных комплексах запаведніка ўтвараюць больш за 70 розных тыпаў лесу і характэрна адлюстроўваюць увесь Заходне-Дзвінскі лесараслінны

раён падзоны шыракалістава-яловых лясоў Беларусі.

Запаведнік заклікаваны захаваць прыродныя комплексы ў іх натуральным стане, забяспечыць аптымальную і стабільную колькасць жывёл, вывучыць з'явы, якія адбываюцца ў прыродзе. Функцыі свае запаведнік выконвае. Зараз тут налічваецца 753 віды вышэйшых раслін, 50 сысуноў, 197 птушак, 13 амфібій і паўзуноў, больш 20 відаў рыб.

У сістэме маніторынгу біясферы Зямлі Бярэзінскі запаведнік прымае актыўны ўдзел, таму яму наданы статут "біясфернага".

У выніку катастрофы на Чарнобыльскай атамнай станцыі ў паўднёва-ўсходняй частцы Беларусі, што бліжэй да месца катастрофы, утварылася значнае забруджванне тэрыторыі радыенуклідамі. Насельніцтва з гэтых месц выселілі і на плошчы 214,5 тыс. га быў створаны **радыяцыйна-экалагічны запаведнік**. Прыродныя комплексы апынуліся ва ўмовах напружаных радыеэкалагічных абставін. Таму галоўная задача запаведніка — усебаковае вывучэнне ўздзеяння радыяцыі на кампаненты экасістэмы, шляхоў міграцыі радыенуклідаў.

Нацыянальныя паркі — гэта комплексныя прыродаахоўна-гаспадарчыя і навукова-даследчыя ўстановы. Сфера іх дзейнасці: захаванне эталонных і унікальных прыродных комплексаў і аб'ектаў прыроды; арганізацыя экалагічнай асветы і выхавання насельніцтва; правядзенне навуковых даследаванняў; распрацоўка і ўкараненне навуковых метадаў аховы прыроды і прыродакарыстання; захаванне культурнай спадчыны (аб'ектаў этнаграфіі, археалогіі, гісторыі, палеанталогіі і інш.); арганізацыя рэкрэацыйнай дзейнасці; вядзенне комплекснай гаспадаркі на аснове традыцыйных метадаў і перадавых дасягненняў прыродакарыстання.

Дзяржаўны нацыянальны парк "Белавежская пушча" створаны на базе аднайменнай запаведна-паляўнічай гаспадаркі. Гэта першая ахоўваемая тэрыторыя, якая мае такі статус. Акрамя запаведнай нацыянальны парк выконвае і іншыя сацыяльныя функцыі, у тым ліку рэкрэацыйныя. Знаходзіцца парк ў заходняй частцы Беларусі і мяжуе з аналагічнай тэрыторыяй Рэспублікі Польшча. Агульная плошча парка каля 98 тыс. га.

Першы ўспамін аб пушчы адносіцца да IX стагоддзя. Тады лясны масіў пачынаўся ад берагоў Балтыкі і прасціраўся далёка на поўдзень. У ім вадзіліся туры, тарпаны, зубры, ласі, дзікі і іншыя жывёлы. Цяперашняя Белавежская пушча толькі часцінка таго велізарнага старажытнага масіву лесу.

Пушча — арыгінальны прыродны комплекс. Размяшчаецца яна на сутыкненні розных раслінных зон. Тут суседнічаюць дуб скальны з лазой лапландскай і бярозай карлікавай. Манжэтка балтыйская расце ў пушчы ў 250 км к захаду ад мяжы свайго асноўнага арэалу, а асака балоталюбівая — у 380 км к поўдню. Незвычайнае спалучэнне раслін — прадстаўнікоў поўдня і поўначы, прыморскага і кантынентальнага клімату — характэрная рыса расліннасці пушчы. Але больш за ўсё знакаміта пушча зубрамі — сучаснікамі мамантаў. З гэтымі жывёламі звязана ўся яе гісторыя. Кажуць нават, што зубры "ўратавалі" пушчу, а яна захавала іх.

Белавежская пушча ўнесена ў "Спіс сусветнай прыроднай спадчыны", які прадугледжваецца канвенцыяй ЮНЕСКА "Аб ахове сусветнай культурнай і прыроднай спадчыны".

Нацыянальны парк "Прыпяцкі" бярэ свой пачатак ад Прыпяцкага дзяржаўнага ландшафтна-гідралагічнага запаведніка, які быў арганізаваны ў 1969 г. Ён займае параўнальна добра захаваны куток натуральнай прыроды Палесся на плошчы 63 тыс. га. Гэта выцягнуты ўздоўж Прыпяці паміж Сцвігі і Убарці лясны масіў шырынёй ад 10 да 20 км, у цэнтры якога вялікія плошчы балот і забалочаных зямель, яны займаюць амаль 57% тэрыторыі парка. У ім захоўваюцца і вывучаюцца ўсе складаючыя ландшафт аб'екты прыроды, але галоўным усё ж з'яўляецца вывучэнне пытанняў, звязаных з шырокім правядзеннем гідрамеліярацыйных работ на Палессі. Ён з'яўляецца эталонам пры вывучэнні напрамкаў у змене ландшафтаў пры карэннай перабудове прыроды Палесся.

Нацыянальны парк "Браслаўскія азёры" створаны ў 1997 г. Парк уключае вельмі маляўнічыя леса-азёрныя комплексы Беларускага Паазер'я.

Нацыянальны парк "Нарачанскі" створаны ў 1999 г. на плошчы 94 тыс. га. У тэрыторыю парка ўваходзіць

група нарачанскіх азёр з прылягаючымі лясамі. Жамчужынай парка з'яўляецца возера Нарач — самае вялікае і чыстае возера Беларусі.

Заказнікі — тэрыторыі, выдзеленыя з мэтай захавання і аднаўлення аднаго або некалькіх відаў прыродных рэсурсаў і падтрымання агульнага экалагічнага балансу. Заказнікі ў залежнасці ад іх прызначэння падраздзяляюцца на: ландшафтныя, або комплексныя, прызначаныя для захавання і аднаўлення асабліва каштоўных прыродных ландшафтаў і комплексаў; біялагічныя (батанічныя, заалагічныя), прызначаныя для захавання і аднаўлення каштоўных у гаспадарчых, навуковых і культурных адносінах, а таксама рэдкіх і знікаючых відаў раслін і жывёл; палеанталагічныя, прызначаныя для захавання асобных выкапнёвых аб'ектаў і іх комплексаў; гідралагічныя (балотныя, азёрныя, рачныя), прызначаныя для захавання і аднаўлення каштоўных водных аб'ектаў і комплексаў прыроды.

Гаспадарчая дзейнасць у заказніках ажыццяўляецца ў такой форме, якая не наносіць шкоду ахоўваемаму аб'екту. Напрыклад, у **Свіцязянскім ландшафтным заказніку** захоўваецца унікальны для рэспублікі азёрналясны ландшафт і рэліктавая і рэдкая расліннасць; у **гідралагічным заказніку "Дзікае"**, што на Пружаншчыне, ахоўваецца тыпічная стратыграфічная схема развіцця тарфяной залежы Палесся; у **Казьянскім біялагічным заказніку,** што на тэрыторыі Шумілінскага і Полацкага раёнаў, ахоўваецца відавы склад паляўнічай фауны і гэтак далей.

У склад іншых асабліва ахоўваемых аб'ектаў уваходзяць помнікі садова-паркавага мастацтва, батанічныя рэліквіі, геалагічныя помнікі прыроды, каштоўныя насаджэнні, рэдкія і векавыя дрэвы, рэдкія аголенасці.

На тэрыторыі ахоўваемых аб'ектаў з мэтай іх захавання прадугледжаны асаблівы рэжым дзейнасці.

З мэтай распрацоўкі эфектыўных мер па ахове каштоўных кампанентаў флоры і фауны навуковыя ўстановы біялагічнага профілю вядуць шырокія даследаванні па вывучэнні біялагічных асаблівасцей рэдкіх і знікаючых відаў раслін і іншых арганізмаў і ацэнцы сучаснага стану і дынамікі лясных, балотных, лугавых і вод-

ных экасістэм, навуковых асноў аховы, рацыянальнага выкарыстання і ўстойлівасці раслінных комплексаў на запаведных тэрыторыях, стварэнні карт расліннасці, падрыхтоўцы навуковых абгрунтаванняў для арганізацыі ахоўваемых аб'ектаў, ствараецца адзіная прынцыповая схема назапашвання і апрацоўкі эколага-батанічнай інфармацыі.

Глава 7. НЕВЫЧАРПАЛЬНЫЯ ПРЫРОДНЫЯ РЭСУРСЫ

Невычарпальныя рэсурсы — гэта пераважна знешнія ў адносінах да Зямлі працэсы і з'явы: напрыклад, сонечная энергія і яе ўтваральныя, якія мы называем касмічнымі рэсурсамі, а таксама паветра і вада.

7.1. ВОДНЫЯ РЭСУРСЫ

Пад воднымі рэсурсамі разумеюць прыгодную для выкарыстання ваду Зямлі: рачную, азёрную, падземную, марскую, глебавую, штучных вадасховішчаў, лёд горных і палярных леднікоў, вадзяную пару атмасферы, выключаючы звязаную ваду, якая ўваходзіць у склад мінералаў і жывога рэчыва.

Дзякуючы кругавароту вады ўсе віды гідрасферы з той ці іншай хуткасцю ўзнаўляюцца. Таму калі выкарыстоўваць ваду ў аб'ёме, які ўзнаўляецца кругаваротам, тады крыніцы водных рэсурсаў будуць невычарпальнымі, вечнымі.

Агульная колькасць вады ўсёй гідрасферы Зямлі складае 1,46 млрд. км^3. 93,4% гэтай колькасці знаходзіцца ў Сусветным акіяне. На долю падземнай вады прыходзіцца каля 60 млн. км^3, леднікоў — 24 млн. км^3, глебавай вільгаці — 85 тыс. км^3, рачной вады — 1,2 тыс. км^3, пара атмасферы 14 тыс. км^3. Запасы прэснай вады складаюць толькі 31 млн. км^3, пры гэтым каля 96% іх знаходзіцца ў горных ледніках, палярных снягах і айсбергах. 2,5—2,8% ад агульнай вады планеты — прэсная вада. З усёй колькасці прэснай вады толькі 0,6—1,0% знаходзіцца ў вадкім стане.

Беларусь размешчана ў басейнах Чорнага і Балтыйскага мораў (адпаведна 58 і 42% тэрыторыі) і адносіцца да сярэдняй па водазабяспечанасці зоне. На яе тэрыторыі маецца каля 20,8 тыс. рэк агульнай працягласцю

90,6 тыс. км. З іх 20,4 тыс. рэк маюць даўжыню не больш 25 км. Самыя вялікія рэкі — Нёман, Вілія, Сож, Прыпяць, Заходняя Дзвіна, Днепр. Чатыры апошнія з'яўляюцца для Беларусі транзітнымі. На 1 км^2 прыходзіцца ў сярэднім 0,44 км працягласці рэк.

Папаўненне рэк і азёр Беларусі ажыццяўляецца галоўным чынам за кошт атмасферных ападкаў і грунтавой вады. Сярэдні шматгадовы аб'ём рачнога сцёку найбольшы для басейна Дняпра. На тэрыторыі Беларусі ён складае 19,4 км^3, для басейна Заходняй Дзвіны — 14,4, Прыпяці — 12,7, Нёмана — 9,3, Заходняга Буга — 1,5 км^3.

Водныя рэсурсы паверхневых вод ацэньваюцца ў сярэдні па воднасці год у 57 км^3. З гэтага аб'ёму паступае з тэрыторыі іншых дзяржаў 20,7 км^3 вады, у шматводны год 96, у асабліва маласводны 36 км^3. На аднаго жыхара ў сярэднім прыходзіцца 4 тыс. м^3 вады ў год, або 11 м^3 у суткі мясцовага сцёку, які фарміруецца на тэрыторыі краіны. Найбольшая водазабяспечанасць характэрна для поўначы Беларусі. У басейнах Заходняй Дзвіны, Нёмана і верхняй часткі басейна Дняпра фарміруецца больш за 60% мясцовага сцёку. Гэтыя рэкі адрозніваюцца ўстойлівым і раўнамерным размеркаваннем сцёку па сезонах года і малой зменлівасцю на працягу доўгага часу. У паўднёвай частцы тэрыторыі, у басейне Прыпяці, удзельная водазабяспечанасць ніжэй і сцёк рэк нераўнамерны па сезонах: вясной 61%, а ў межань 31% гадавога сцёку.

Агульная колькасць азёр у Беларусі складае 10,8 тыс., плошча іх воднага люстэрка 2258 км^2, аб'ём вады 6 км^3. Большая частка азёр сканцэнтравана на поўначы, у Беларускім Паазер'і. 9494 азёры маюць плошчу воднага люстэрка да 0,1 км^2, аб'ём вады ў іх — 1,32 км^3. Вялікае гаспадарчае значэнне маюць азёры Нарач, Браслаўскія і іншыя, асабліва шырока яны выкарыстоўваюцца ў рэкрэацыйных мэтах.

Нераўнамернае размеркаванне сцёку па часу і па тэрыторыі краіны ўтварае цяжкасці ў забеспячэнні вадой галін народнай гаспадаркі. Для забеспячэння вадой сталіцы Беларусі горада Мінска ў 1975 годзе пабудавана Мінская водная сістэма (магутнасць 0,4 км^3 штодзённа). Для пераразмеркавання рачнога сцёку ў розныя сезоны

года ўтворана каля 137 вадасховішчаў і 1148 сажалак, сумарны аб'ём зарэгуляванай вады 3 км^3.

Беларусь багата падземнымі водамі, іх агульны запас, у тым ліку і слабамінералізаваных, якія знаходзяцца ў зоне інтэнсіўнага водаабмену, складае 44,3 млн. м^3 у суткі, або 14—16 км^3 у год.

Вада адзін з важнейшых прыродных рэсурсаў Зямлі. У ідэальна чыстым выглядзе яна ў прыродзе не сустракаецца. Прыродная вада (каля 40 разнавіднасцяў) уяўляе сабой сумесь некалькіх формаў: лёгкай, паўцяжкай і зверхцяжкай. Апошнія ўтвораны малекуламі вадароду і кіслароду, якія адрозніваюцца адзін ад аднаго атамнай масай. Звычайна вада ўключае акрамя таго не менш васемнаццаці рэчываў, у тым ліку газасалявыя растворы, узважаныя цвёрдыя рэчывы, якія вызначаюць смак, пах, колер і іншыя яе ўласцівасці.

Вада забяспечвае існаванне жывых арганізмаў на Зямлі і развіццё працэсаў іх жыццядзейнасці. Яна ўваходзіць у склад клетак і тканак любой жывёлы і расліны. Маса цела жывой медузы 500, а сухой — 0,45 грама, такім чынам на 99,9% яно складаецца з вады. Цела дарослага чалавека ўтрымлівае 60—80% вады. У агурках, салаце вада складае каля 95% іх масы, у памідорах і моркве 90%.

Складаныя рэакцыі ў жывёльных і раслінных арганізмах могуць працякаць толькі з удзелам вады. Фізіялагічную патрэбу жывога арганізма ў вадзе можа задаволіць толькі вада і нішто іншае. Працэс страўвання ў чалавека цячэ пры ўдзеле не менш 9—10 літраў вады ў суткі. Страта чалавекам 6—8% вады суправаджаецца хваравітым станам, 10% — галюцынацыяй, 12% — прыводзіць да смерці. Вада здольна да ўтварэння складаных хімічных злучэнняў, якія абумовілі ўзнікненне арганічнага жыцця, а затым — фарміраванне высокаарганізаваных жывёльных арганізмаў.

У сярэднім вада складае каля 90% масы ўсіх раслін і 75% масы жывёл. Такім чынам, у біямасе арганізмаў Зямлі аб'ём вады дасягае 1,1 тыс. км^3. Асабліва важная яе роля ў працэсе фотасінтэтычнай дзейнасці раслін. Вада звязана з біясферай працэсам транспірацыі, які разглядаецца як біялагічнае звяно яе кругавароту. У.І. Вярнадскі (1926) падкрэсліваў, што "вада стаіць паасобку ў

гісторыі нашай планеты. Няма прыроднага цела, якое магло б параўнацца з вадой па ўплыву на ход асноўных, самых грандыёзных геалагічных працэсаў. Няма зямнога рэчыва — мінералу, горнай пароды, жывога цела, якое б яе не ўключала".

Асабліва вялікая роля вады ў гістарычным працэсе геалагічнага пераўтварэння нашай планеты. Знаходзячыся ў вечным руху і кругаваротах, яна, як усеагульны растваральнік і геадынамічны фактар, робіць без перапынку і паўсюдна каласальную геалагічную работу. Без вады Зямля ўяўляла б голы каменны шар, без глебы і атмасферы. Мільёны гадоў вада разбурала каменныя глыбы, растварала неарганічныя злучэнні, актывізавала сумесна з жывёламі працэс глебаўтварэння. Вада і зараз з'яўляецца канструктарам зямной кары. Дзейнасцю вады тлумачацца многія пытанні, якія звязаны з сучаснымі працэсамі дрэйфу кантынентаў, дзейнасцю вулканаў, змыву мацерыкоў, і іншыя праблемы геалогіі, геафізікі і іншых навук аб Зямлі.

Клімат і надвор'е на Зямлі залежаць і вызначаюцца наяўнасцю водных прастораў і ўтрыманнем вадзяной пары ў атмасферы. У складаным узаемадзеянні яны рэгулююць рытм тэрмадынамічных працэсаў, якія пабуджаюцца энергіяй Сонца. Акіяны і моры дзякуючы вялікай цеплаёмістасці вады служаць акумулятарам цеплыні і здольны мяняць надвор'е і клімат на планеце. Акіян растварае газы атмасферы (CO_2) і з'яўляецца рэгулятарам складу паветра.

Вельмі вялікае значэнне маюць рэкі і моры для развіцця воднага транспарту. Узнікненне цэнтраў цывілізацыі звязана з наяўнасцю водных шляхоў. Людзі выкарыстоўвалі водныя прасторы як шляхі зносін, для лоўлі рыбы, здабычы солі і іншых галін гаспадаркі. У перыяд росквіту суднаходства найбольш эканамічна развітымі і багатымі былі марскія дзяржавы.

Ужыванне вады ва ўсіх краінах свету мае тэндэнцыю да ўзрастання. Выкарыстанне вады ў перыяд хуткага развіцця тэхнікі і вытворчасці, сельскай гаспадаркі мае самы разнастайны напрамак. На патрэбы насельніцтва планеты за адны суткі ўжываецца 7—8 км^3 вады, прыкладна столькі, колькі неабходна іншых выкапнёвых мінеральных рэсурсаў, узятых за цэлы год.

Вада выкарыстоўваецца ў гаспадарцы двума спосабамі: без забору з крыніцы і заборам з яе. Да першага адносяць суднаходства, гідраэнергетыку, рыбную гаспадарку; да другога — водазабеспячэнне і арашэнне.

Водаспажыванне з пункту гледжання выкарыстання водных рэсурсаў дзеліцца на зваротнае (вяртанне да крыніцы) і беззваротнае (страты). Для піцця і прыгатавання стравы на аднаго чалавека патрабуецца 2,5—3 л вады ў суткі. Лічыцца, што каля 300 л у суткі на аднаго чалавека дастаткова для задавальнення ўсіх яго патрэб, уключаючы і забеспячэнне харчовай прамысловасці і гандлёвых прадпрыемстваў. Калі лічыць, што насельніцтва да канца XX ст. дасягне 6 млрд. чалавек, то валавы расход на бытавое водазабеспячэнне складзе велізарную лічбу — 920 км^3 у год. Штогадовы сумарны расход вады на патрэбы прамысловасці ў цяперашні час ацэньваецца ў 40 км^3. Больш за ўсё грамадства планеты ўжывае вады для сельскай гаспадаркі (у асноўным арашэнне) — 2500 км^3.

У Беларусі агульны забор вады складае каля 3 км^3 у год, у тым ліку камунальная, сельская гаспадарка і прамысловасць каля 1 км^3 кожная.

Акрамя беззваротнага забору вады, адмоўны ўплыў на водныя рэсурсы аказвае забруджванне іх камунальнымі, прамысловымі і сельскагаспадарчымі сцёкамі.

У выніку антрапагеннага ўздзеяння вада забруджваецца рознымі рэчывамі. Самымі стойкімі і пашыранымі забруджвальнікамі вадаёмаў з'яўляюцца нафтавыя маслы і прадукты перапрацоўкі нафты. Кожная тона нафты расцякаецца па воднай паверхні і ўтварае плёнку плошчай 12 км^2, што выклікае цяжкасці газаабмену з атмасферай. Сярэднія фракцыі нафты перамешваюцца з вадой і ўтвараюць ядавітую эмульсію, якая асядае на жабрах рыбы. Цяжкія маслы асядаюць на дно вадаёмаў і выклікаюць атручванне бентаснай фауны. Па ацэнках вучоных, у цяперашні час 1/5 акіянаў забруджана нафтапрадуктамі ў выніку аварыі танкераў, прамыўкі танкераў і вынасу нафтапрадуктаў рэкамі.

Сцёкавая вада цэлюлозна-папяровай прамысловасці яшчэ адна крыніца забруджвання паверхневай вады. Яна ўтрымлівае арганічныя рэчывы, пры мінералізацыі якіх паглынаецца кісларод. Збядненне вады кіслародам выклікае масавую гібель рыбы — заморы.

Адходы хімічных і іншых вытворчасцяў, горназдабываючая прамысловасць забруджваюць ваду солямі і растворамі розных рэчываў. Асабліва небяспечны злучэнні ртуці, цынку, свінцу, мыш'яку, малібдэну, кадмію і іншых цяжкіх металаў, якія выклікаюць захворванні людзей і здольны назапашвацца ў арганізмах гідрабіёнтаў.

Вельмі таксічныя і ўстойлівыя да працэсаў біялагічнага разлажэння дэтэргены — сінтэтычныя паверхнеактыўныя рэчывы (СПАР) і сінтэтычныя мыючыя сродкі (СМС). У вадаёмы пападае 50—60% іх першапачатковай колькасці з адходаў тэкстыльнай, футравай, гарбарнай прамысловасці, а таксама з бытавой і камунальнай сцёкавай вадой.

Значную небяспеку для вадаёмаў прадстаўляюць нітраты, фасфаты і калійныя ўдабрэнні, якія змываюцца з сельскагаспадарчых палёў. Гэтыя біягенныя злучэнні садзейнічаюць рэзкаму павышэнню біялагічнай прадукцыйнасці азёр і рэк. У вадаёмах інтэнсіўна развіваюцца сінезялёныя водарасці, адбываецца "цвіценне" вады, павялічваецца колькасць фітамасы. На акісленне адмерлых водарасцей расходуецца вялікая колькасць растворанага кіслароду, адначасова адбываецца назапашванне ў прыдонных слаях вады серавадароду, аэробныя працэсы замяняюцца анаэробнымі. Гэтая з'ява носіць назву *эўтрафікацыі* вадаёмаў.

Частка пестыцыдаў можа быць змыта ў вадаёмы, што таксама вельмі небяспечна для біёты, у тым ліку і чалавека.

Да неспрыяльных фактараў адносяць і цеплавое забруджванне вадаёмаў у выніку таго, што цеплаэлектрастанцыі скідваюць у іх ваду, на 8—10°С цяплейшую за прыродную, што адбіваецца на цячэнні натуральных працэсаў у гідраэкасістэмах.

Найвялікшую пагрозу для жыцця вадаёмаў і здароўя людзей прадстаўляюць адходы атамнай прамысловасці, а для Беларусі — змыў радыенуклідаў у вадаёмы з тэрыторый, забруджаных у выніку катастрофы на Чарнобыльскай атамнай станцыі.

Вада рэк і азёр валодае такой уласцівасцю, як самаачышчэнне. Гэта працэс нейтралізацыі, перапрацоўкі забруджвальных рэчываў гідраэкасістэмай. Калі вадацёк страчвае такую ўласцівасць, гэта ацэньваецца як

негатыўная з'ява і сведчыць, што парушана раўнавага ў паступленні шкодных рэчываў і іх перапрацоўцы.

Забруджванне вадаёмаў і рэк сцёкавай вадой прыносіць вялікую шкоду і матэрыяльныя страты краіне. Такая вада становіцца малапрыгоднай або непрыгоднай для розных відаў гаспадарчага выкарыстання, у тым ліку для рэкрэацыйнай мэты. Матэрыяльныя страты выяўляюцца ў паніжэнні ўловаў рыбы, дадатковых выдатках на водазабеспячэнне насельніцтва і прамысловых прадпрыемстваў, на будаўніцтва ачышчальных збудаванняў.

7.2. РЭСУРСЫ АТМАСФЕРЫ

Атмасфера — *знешняя геалагічная абалонка нашай планеты.* Па аб'ёму і саставу газаў, якія яе ўтвараюць, яна рэзка адрозніваецца ад атмасферы іншых планет сонечнай сістэмы. Па сучасных даных зямная атмасфера прасціраецца на вышыню 1,5—2 тыс. км над узроўнем сушы або мора і складае 1/3 радыуса Зямлі. Яе агульная маса вызначаецца па сіле ціску на адзінку плошчы падсцілаючай ~~паверхні і роўна~~ $5{,}26 \cdot 10^{18}$ кг.

Адрозніваюць некалькі асноўных слаёў атмасферы. Ніжні, які прылягае да зямной паверхні, носіць назву *трапасферы* (вышыня яго 7—10 км над палярнымі і 16—18 км над экватарыяльнымі зонамі). У трапасферы тэмпература паніжаецца ў сярэднім на 6°С на кожны кіламетр вышыні. У трапасферы змяшчаецца да 80% усёй масы паветра, асноўная колькасць атмасферных прымесяў і практычна ўся вадзяная пара. У трапасферы ўзнікаюць аблокі, навальніцы, дажджы і іншыя фізічныя працэсы, якія фарміруць надвор'е і вызначаюць кліматычныя ўмовы ў розных частках планеты.

Вышэй знаходзіцца *стратасфера*, якая прасціраецца на вышыні 50—60 км ад паверхні акіяна або сушы. Гэты слой значна разрэджаны, колькасць кіслароду і азоту ў ім памяншаецца, а вадароду і гелію і іншых лёгкіх газаў павялічваецца. Тут утвараецца азонавы слой, які паглынае ўльтрафіялетавую радыяцыю і моцна ўплывае на цеплавыя ўмовы паверхні Зямлі і фізічныя працэсы трапасферы.

Паветраны слой, які аддзяляе трапасферу ад стратасферы, называецца *трапапаузай*. Яго таўшчыня не-

вялікая і вымяраецца дзесяткамі або сотнямі метраў.

Вышэй стратасферы знаходзіцца *мезасфера*, якая прасціраецца да 80—85 км. Пераходны слой паміж стратасферай і мезасферай называецца *стратапаузай*. Паміж вышынямі 80—800 км размешчана *тэрмасфера*, або *іёнасфера*, у складзе якой пераважаюць разбураныя касмічным выпраменьваннем атамы — іёны. На вышыні 150—600 км тэмпература перавышае 1500°С і ў выніку іанізацыі газаў узнікае іх свячэнне, якое назіраецца ў выглядзе палярных ззянняў.

Самая верхняя, моцна разрэджаная частка атмасферы складае *экзасферу*, у ёй пераважаюць газы ў атамарным выглядзе. Тэмпература павышаецца да 2000°С. Экзасфера паступова пераходзіць у міжпланетную прастору. Прыкладна да вышыні 400—600 км захоўваецца пераважна кіслародна-азотны склад атмасферы.

Атмасфернае паветра ўяўляе сабой фізічную сумесь газаў рознай хімічнай прыроды, якія маюць для жывых арганізмаў першаснае значэнне. З экалагічнага пункту гледжання паветра — не толькі газавая абалонка Зямлі, але і газавая кампанента глебы, газы, якія раствораны ў прыродных водах і тканкавай вадкасці арганізмаў. Паветра з'яўляецца матэрыяльным асяроддзем, [illegible] якім цесна звязана жыццядзейнасць амаль усіх арганізмаў.

Як і іншыя экалагічныя фактары, паветра ўздзейнічае фізічна і хімічна на зямную кару, чым абумоўлівае важнейшыя геалагічныя працэсы, якія працякаюць на паверхні нашай планеты. Склад паветра без вадзяной пары і цвёрдых прымесяў практычна аднолькавы ва ўсіх месцах Зямлі.

Паветра адрозніваецца нізкай цеплаправоднасцю, мае шчыльнасць 1,2928 г/л. У паветры змяшчаецца вадзяная пара, колькасць якой залежыць ад тэмпературы, эфірныя маслы і іншыя выдзяленні раслін. Газавы склад паветра адрозніваецца вялікім пастаянствам як на працягу сутак, так і ў розныя перыяды года. Гэта абумоўлена вялікай хуткасцю дыфузіі яго кампанентаў, а таксама параўнальнымі працэсамі селектыўнага паглынання асобных газаў і пастаянным іх узнаўленнем у біясферы, інтэнсіўным перамешваннем яго слаёў і вялікай масай зямной атмасферы.

Наяўнасць атмасферы — адна з умоў існавання жыц-

Склад атмасфернага паветра

Газ*	Па аб'ёму,%	Малекулярная маса на аснове	
		кіслароднай шкалы (O = 16)	вугляроднай шкалы (C = 12)
Азот (N_2)	78,08	28,016	28,013
Кіслард (O_2)	20,95	32,000	31,999
Аргон (Ar)	0,93	39,944	39,948
Вуглякіслы газ (CO_2)	0,032	44,011	44,010
Неон (Ne)	$1,82 \cdot 10^{-3}$	20,183	20,183
Гелій (He)	$5,24 \cdot 10^{-4}$	4,003	4,003
Метан (CH_4)	$1,50 \cdot 10^{-4}$	16,043	16,043
Крыптон (Kr)	$1,40 \cdot 10^{-4}$	83,800	83,800
Вадарод (H_2)	$5,00 \cdot 10^{-4}$	2,016	2,016
Закіс азоту (N_2O)	$5,00 \cdot 10^{-5}$	44,016	44,016
Ксенон (Xe)	$8,70 \cdot 10^{-6}$	131,300	131,300
Азон (O_3)	10^{-6}—10^{-5}	48,000	47,998
Двухвокіс азоту (NO_2)	$0—2 \cdot 10^{-6}$	46,008	46,006
Двухвокіс серы (SO_2)	$0—1 \cdot 10^{-4}$	64,066	64,063
Аміяк (NH_3)	Менш $1,0 \cdot 10^{-7}$	17,032	17,031
Окіс вугляроду (CO)	Ад 0 да слядоў	28,011	28,010
Ёд (I_2)	Ад 0 да $3,5 \cdot 10^{-9}$	253,820	253,809
Радон (Ra)	$6 \cdot 10^{-18}$	Непастаянная	

ця на Зямлі. На працягу сутак чалавеку неабходна для дыхання прыкладна 13 $м^3$ паветра. У целе чалавека ўтрымліваецца каля 65% кіслароду, і пры яго недахопу парушаецца дзейнасць усіх органаў. Кіслард паветра неабходны арганізмам для ўжывання ў разнастайных рэакцыях акіслення. Выключэнне складаюць зялёныя расліны, з якімі кіслард знаходзіцца ў двухбаковым узаемадзеянні.

Атмасфера рэгулюе клімат Зямлі, ахоўвае яе ад празмернага ахаладжэння і нагрэву. Сутачныя ваганні тэмпературы на планеце без паветранай тоўшчы дасягалі б 200°C: у дзень +100°C і вышэй, уначы -100°C. У цяперашні час сярэдняя тэмпература паверхні Зямлі роўна +14°C. Паветра прапускае цеплавое выпраменьванне

сонца і захоўвае цеплыню, у ім на вышыні 60—100 км згараюць метэарыты. У працэсе вялікага кругавароту (геалагічнага) паветра выконвае ролю пераносчыка вільгаці на Зямлі, з'яўляецца асяроддзем распаўсюджвання святла і гуку (без паветра на Зямлі панаваў бы змрок і цішыня); служыць крыніцай кіслароднага дыхання; успрымае газападобныя прадукты абмену рэчываў, ужываецца на цеплаабмен і іншыя функцыі жывых арганізмаў. Змяненне фізічных і хімічных уласцівасцяў атмасферы можа адмоўна адбівацца на здароўі людзей, іх працаздольнасці, працягласці жыцця.

Атмасфернае паветра шырока выкарыстоўваецца як прыродны рэсурс у народнай гаспадарцы. З атмасфернага азоту ўтвараюцца неарганічныя азотныя тукі, азотная кіслата і яе солі. Аргон і азот выкарыстоўваюцца ў металургічнай, хімічнай і нафтахімічнай прамысловасці. Кісларод паветра абавязковы ўдзельнік усіх працэсаў гарэння.

Паветра з'яўляецца таксама носьбітам таксічнага і інфекцыйнага пачаткаў, што калі-нікалі садзейнічае хуткаму распаўсюджванню захворванняў.

Атмасфера валодае выразнай дынамічнасцю, якая характарызуецца агульнай цыркуляцыяй усіх яе слаёў і лакальнымі перамяшчэннямі мас паветра. Паветра адносіцца да невычарпальнага рэсурсу, але яго якасныя характарыстыкі могуць быць парушаны ў тых ці іншых рэгіёнах у выніку дзейнасці чалавека, ■ таксама натуральных прыродных працэсаў.

Забруджваннем паветра называюць прыўнос новых, не характэрных для яго ў разглядаемы час фізічных, хімічных і біялагічных агентаў або перавышэнне натуральнага сярэдняга шматгадовага ўзроўню гэтых агентаў у паветры. Гігіеністы лічаць, што за адносна чыстае можна прымаць такое паветра, у якім колькасць шкодных прымесей не перавышае гранічна дапушчальныя канцэнтрацыі і якое не ўплывае адмоўна на расліннныя і жывёльныя арганізмы.

Да натуральных крыніц забруджвання паветра адносяцца: пылавыя буры, якія выклікаюцца ветравой эрозіяй глеб; лясныя пажары, якія садзейнічаюць паступленню ў паветра газападобных і цвёрдых часцінак; выкід у паветра марскіх солей; вулканічная дзейнасць,

якая прыводзіць да паступленняў ў атмасферу газападобных і цвёрдых часцінак; вылучэнне гейзераў і геатэрмальных крыніц; касмічны пыл; выдзяленні раслін і мікраарганізмаў. Гэтыя крыніцы ў асноўным незалежныя ад чалавека. Яны характэрны для эвалюцыі Зямлі, узаемазвязаны з натуральным кругаваротам рэчываў. Часцей за ўсё дзейнічаюць перыядычна. Выклікаюць лакальныя, рэгіянальныя і ў меншай меры глабальныя змены біясферы.

У апошнія дзесяцігоддзі адзначаецца змена газавага складу зямной атмасферы ў сувязі з ростам канцэнтрацыі некаторых яе кампанентаў і з'яўлення новых забруджвальных рэчываў у выніку дзейнасці чалавека. Гэты працэс адносіцца да штучнага забруджвання паветра. Найбольш забруджваюць паветра прамысловыя выкіды пры спальванні паліва (вугалю, нафты і прыроднага газу). Усе віды паліва маюць свае характарыстыкі, якія ўплываюць на ўзровень забруджвання атмасферы. Галоўная крыніца двухвокісу серы ў паветры — спальванне вугалю і сланцаў (67%), нафты (12%), выплаўка медзі (13%). Вялікую колькасць валавых выкідаў, якія забруджваюць атмасферу, утвараюць цеплавыя электрастанцыі, кацельныя ўстаноўкі і цеплаэлектрастанцыі. У выніку тэхнічнай дзейнасці чалавека павялічваецца канцэнтрацыя аксіду і дзіаксіду вугляроду ў атмасферы. Хуткае развіццё хімічнай прамысловасці, асабліва нафтахіміі, вядзе да ўтварэння ў атмасферы і на паверхні зямлі вялікай колькасці ўстойлівых таксічных кіслот. Пры вытворчасці азотнай кіслаты вылучаюцца газы, якія ўтрымліваюць аксіды азоту, вугляроду і аміяк; пры вытворчасці паперы — двухвокіс серы, серавадарод і непрыемна пахнучыя меркаптаны.

Штучныя тканіны (нейлон, вільсон) выпрацоўваюцца з ацэтата цэлюлозы або ксантагената (віскоза), у гэтым выпадку адбываецца вылучэнне ў паветра шкодных для жывых істот серавугляроду і серавадароду. Цэментныя заводы маюць рэпутацыю магутных крыніц шкоднага пылу. У выніку апрацоўкі глебы, унясення мінеральных удабрэнняў, барацьбы са шкоднікамі сельскай і лясной гаспадаркі з дапамогай пестыцыдаў, а таксама выдзяленняў жывёлагадоўчых комплексаў

таксама забруджваецца паветра. Розныя віды транспарту (аўтамабільны, чыгуначны, марскі, рачны, авіяцыя) аказваюць значны ўплыў на якасць паветра. У адрозненне ад прамысловых прадпрыемстваў транспарт — рухомая крыніца забруджвання паветра. У вытворчых зонах, жылых раёнах і месцах адпачынку транспарт выкідвае ў паветра каля 200 злучэнняў, большасць з якіх таксічныя. Асноўнымі кампанентамі гэтых выкідаў з'яўляюцца аксіды вугляроду і азоту, розныя вуглевадароды, альдэгіды. Вельмі таксічнымі сярод выкідаў з'яўляюцца злучэнні неарганічнага свінцу, якія ўтвараюцца пры спальванні бензіну, у склад якога ўваходзіць тэтраэцілсвінец. Колькасць і якасць выкідаў істотна залежаць ад канструкцыі рухавіка, яго тэхнічнага стану, умоў і рэгіёнаў эксплуатацыі.

Сур'ёзную небяспеку для паветра ўяўляе авіяцыя. Работа рэактыўных самалётаў звязана з тратамі вялікай колькасці кіслароду. Адзін рэйс праз Атлантычны акіян патрабуе 120 тыс. $м^3$ паветра, якога б хапіла для дыхання 30 чалавек на працягу года.

Такім чынам паветра — рэсурс, без якога чалавек не можа пражыць некалькі хвілін, але пад уплывам яго дзейнасці паветра страчвае свае якасці, у асобных месцах значна. Прыстасавацца да такіх змен жывым арганізмам складана, бо адаптацыя ідзе больш маруднымі тэмпамі (эвалюцыйна), чым змена складу паветра. Таму чалавецтву трэба абараняць паветра.

7.3. КАСМІЧНЫЯ РЭСУРСЫ

Да касмічных рэсурсаў адносяць энергію Сонца, ветра, прыліўна-адліўныя перамяшчэнні вады і марскіх цячэнняў, ападкі, глыбіннае цяпло Зямлі. Яны ў асноўным з'яўляюцца энергетычнымі.

Сонечная энергія валодае лепшымі якасцямі ў параўнанні з традыцыйным і ядзерным палівам. Паколькі гэта выключна чысты від энергіі, яе выкарыстанне не звязана ні з якой біялагічнай небяспекай. Выкарыстанне сонечнай энергіі ў вялікіх маштабах не парушае энергетычнага балансу, які склаўся ў ходзе шматмільярднай эвалюцыі.

Сонечныя воданагравальнікі выкарыстоўваюць для мэт цеплавога і гарачага водазабеспячэння індывідуаль-

ных спажыўцоў у паўднёвых кліматычных зонах. Напрыклад, у ЗША яшчэ ў 1982 г. геліяўстаноўкамі было абсталявана больш 300 тыс. будынкаў.

Сонечная энергія — практычна неабмежаваная крыніца, магутнасць якой на паверхні Зямлі ацэньваецца ў 20 млрд. квт. Гадавы прыход сонечнай энергіі на Зямлю эквівалентны $1{,}2 \cdot 10^{14}$ т умоўнага паліва. Для параўнання можна паказаць, што сусветныя запасы арганічнага паліва ацэньваюцца ўсяго ў $6 \cdot 10^{12}$ т умоўнага паліва.

Значныя поспехі, якія дасягнуты пры прамым пераўтварэнні сонечнага выпраменьвання з дапамогай тэрма- і фотагенератараў, адносяцца не да стацыянарных, а да спецыяльных умоў выкарыстання. Амаль усе касмічныя караблі і штучныя спадарожнікі Зямлі маюць у якасці бартавых крыніц сілкавання сонечныя батарэі, якія працуюць па прынцыпу непасрэднага пераўтварэння сонечнага выпраменьвання ў электраэнергію. Будаўніцтва сонечных касмічных электрастанцый мае значную перспектыву.

Экалагічна чыстая таксама *энергія ветру*. Першапачатковай крыніцай энергіі ветру з'яўляецца энергія сонечнага выпраменьвання, якая пераходзіць у адну з сваіх форм — энергію паветраных цячэнняў. Гэта адна з найбольш старажытных крыніц энергіі, якую выкарыстоўваў чалавек. Яна прыводзіла ў рух млыны і водапад'ёмнікі ў глыбокай старажытнасці ў Егіпце і на Бліжнім Усходзе. Над стварэннем канструкцый ветравых электрастанцый зараз працуюць многія вучоныя. Для Беларусі з сярэднегадавой хуткасцю ветра 4 м/с будаўніцтва ветравых электрастанцый — справа складаная, але распрацоўкі ў гэтым кірунку таксама вядуцца.

Энергія акіяна экалагічна чыстая. Яна можа быць выкарыстана ў электрастанцыях прыліўных, хвалявых, марскіх цячэнняў, дзе адбываецца пераўтварэнне механічнай формы энергіі акіяна ў электрычную.

Атрымліваць энергію можна, выкарыстоўваючы *цяпло зямных нетраў*. Глыбіннае цяпло Зямлі — падземная кацельная, якая дзейнічае кругласутачна. Але ў Беларусі гэты прыродны рэсурс пакуль што недастаткова разведаны.

Глава 8. ЭКАЛАГІЧНАЯ ХАРАКТАРЫСТЫКА ВЫТВОРЧАСЦІ

8.1. ВЫТВОРЧАЯ ДЗЕЙНАСЦЬ І ЗАБРУДЖВАННЕ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ

Існуе цесная ўзаемасувязь паміж сацыяльна-эканамічным развіццём грамадства і станам навакольнага асяроддзя. Пры гэтым дабрабыт людзей залежыць ад тэмпаў сацыяльна-эканамічнага развіцця, а эканамічнае развіццё ў значнай меры — ад маштабаў, інтэнсіўнасці і характару выкарыстання прыродных рэсурсаў.

Навукова-тэхнічная рэвалюцыя пашырыла магчымасць чалавецтва асвойваць большасць даступных яму аднаўляльных і неаднаўляльных прыродных рэсурсаў. Але недасканаласць сучасных тэхналогій не дазваляе поўнасцю перапрацоўваць у гатовую прадукцыю ўсе рэсурсы, уцягнутыя ў вытворчасць, што прыводзіць да ўтварэння і накаплення адходаў. Прыблізна да канца XVIII ст. адходы прамысловых прадпрыемстваў уступалі па колькасці бытавым і не аказвалі істотнага ўплыву на агульнае экалагічнае становішча.

Інтэнсіўнае забруджванне навакольнага асяроддзя звязана з пачаткам навукова-тэхнічнай рэвалюцыі, якая дала чалавецтву велізарныя магчымасці для пакарэння прыроды. Ужо ў пачатку XX ст. У.І.Вярнадскі прадказваў, што наступае перыяд, калі змяненні, унесеныя людзьмі ў прыродныя ўмовы нашай планеты, набываюць глабальны характар, параўнальны з геалагічнымі пераўтварэннямі. Яго навуковае прадказанне стала рэальнасцю. З другой паловы XX ст. урон, які наносіць вытворчай дзейнасцю чалавек прыродзе, стаў бясспрэчным.

Сёння ўжо кажуць аб пагрозе выжыванню, звязанай са станам прыроднага асяроддзя, якое дэградуе пад націскам чалавечай дзейнасці. Гэта пагроза мае агульнапланетарны характар і закранае ўсю цывілізацыю. Яна звязана з магчымым змяненнем клімату, вычарпаннем азонавага слоя, кіслотнымі дажджамі, накапліваннем у глебе прамысловых і сельскагаспадарчых раёнаў цяжкіх металаў і пестыцыдаў, забруджваннем тэрыторый радыенуклідамі. Узнікае праблема пераўтварэння стыхійнага ўздзеяння чалавецтва на прыроду ў свядомае,

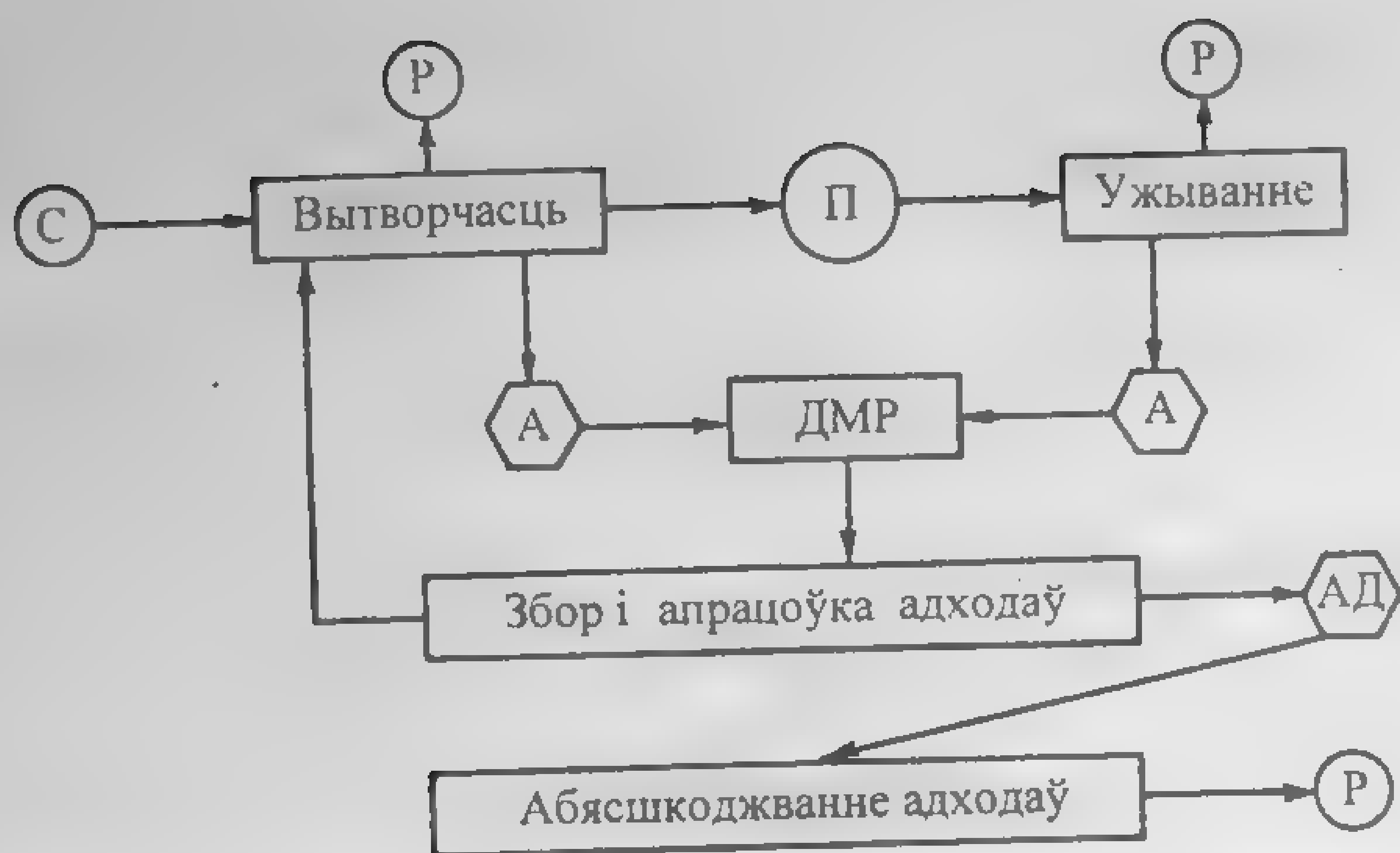
разумнае, мэтанакіраванае. Для яе вырашэння трэба зрабіць многае, у тым ліку ўстанавіць заканамернасці развіцця і функцыянавання прамысловай вытворчасці ў прыродным асяроддзі, распрацаваць новую мадэль устойлівага развіцця цывілізацыі. *Пад устойлівым развіццём разумеюць такі працэс, пры якім задавальненне жыццёвых патрэб сучаснага пакалення людзей дасягаецца без пазбаўлення такой магчымасці будучых пакаленняў.*

Акадэмік І.У.Петранаў-Сакалоў правёў дасканалае даследаванне развіцця прамысловасці і аб'ёмаў карыснага выкарыстання прыродных рэсурсаў. Аналіз вялікага статыстычнага матэрыялу (з 1909 г.) выявіў, што аб'ём сусветнай прамысловай вытворчасці павялічваецца па экспаненцыяльнаму закону. Пры гэтым колькасць перапрацоўваемай сыравіны і адходаў, што ўтвараюцца, мае аналагічную залежнасць. У мэтавую прадукцыю пераходзіла толькі 1—2% сыравіны, астатняя ператваралася ў адходы і накаплівалася ў навакольным асяроддзі. З гэтага вынікае, што чалавецтва ўсё болей і болей працуе на вытворчасць адходаў. Выяўлена, што расходы на перапрацоўку і абясшкоджванне апошніх таксама ўзрастаюць экспаненцыяльна і ўжо зараз складаюць прыкладна 8—10% кошту выробленай прадукцыі, але і гэтага недастаткова. З некаторым набліжэннем можна прыняць, што гэтыя працэсы могуць быць апісаны ўраўненнем

$$A = B^{n_i},$$

дзе A — рост аб'ёмаў прамысловай вытворчасці, сыравіны, што перапрацоўваецца, і ўтвораных адходаў (або затрат на іх перапрацоўку і абясшкоджванне); B — пастаянная велічыня; $n_{i...1,2,3}$ – паказчыкі ўказаных экспанент, прычым $n_3>n_2>n_1$.

З гэтымі вывадамі нельга не лічыцца, бо вядома, што сёння на кожнага жыхара развітых краін прыпадае 20—30 т/год здабываемай мінеральнай сыравіны, якая ўцягваецца ў прамысловую вытворчасць. Прамысловыя аб'екты знаходзяцца ў навакольным асяроддзі і таму не могуць не ўзаемадзейнічаць з ім. У чым праяўляецца гэта ўзаемадзеянне і як яно ўплывае на экалагічныя сістэмы? Вядома, што навакольнае асяроддзе знаходзіцца ў стане дынамічнай раўнавагі дзякуючы цыклічнас-



Мал. 8.1. Схема тэхнагеннага кругавароту рэчываў:
С — першасная сыравіна; Р — рассейванне ў навакольным асяроддзі; А — адходы; П — прадукцыя; ДМР — другасныя матэрыяльныя рэсурсы; АД — неўтылізуемыя адходы.

ці матэрыяльных і энергетычных патокаў. У прыродзе гэтыя цыклы больш або менш замкнутыя і забяспечваюць цыркуляцыю рэчываў у біясферы са знешняга асяроддзя ў арганізм і назад. Гэта забяспечвае пастаяннае ўзнаўленне навакольнага асяроддзя і падтрымлівае яго ў стане, прыгодным для існавання жывога.

Дзеля вытворчасці і стварэння ўсяго неабходнага ў жыцці чалавек уцягвае здабытыя прыродныя рэсурсы ў вытворчы (рэсурсны) цыкл. Узнікае тэхнагенны кругаварот рэчываў (мал.8.1).

З гэтай схемы відаць, што ў адрозненне ад прыроднага, тэхнагенны кругаварот мае надта нізкі ўзровень замкнёнасці. На ўсіх этапах рэсурснага цыкла ў навакольнае асяроддзе рассейваецца да 98% здабытай сыравіны.

Такім чынам, для вытворчай дзейнасці ■ прыроднага асяроддзя здабываюцца карысныя выкапні, а вяртаюцца адходы, якія забруджваюць планету.

З экалагічных пазіцый забруджванне навакольнага асяроддзя — гэта любое ўнясенне ў тую ці іншую экалагічную сістэму не адпаведных ёй жывых кампанентаў або структурных змяненняў, якія перарываюць кругаварот рэчываў, іх асіміляцыю, паток энергіі, з прычыны чаго дадзеная экасістэма разбураецца або паніжаецца яе прадукцыйнасць. Непасрэднымі аб'ектамі забруджвання

(акцэптарамі) служаць асноўныя кампаненты экатопа: паветра, глеба, вада. Ускоснымі "ахвярамі" з'яўляюцца кампаненты біяцэнозу — расліны, жывёлы, мікраарганізмы.

Забруджванне навакольнага асяроддзя — складаны і разнастайны працэс. Вынікі яго не заўсёды выяўляюцца адразу, расцягваюцца на гады. Комплекс парушэнняў у экасістэмах, што ўзнікае ў выніку антрапагеннага забруджвання навакольнага асяроддзя, як ужо адзначалася, часта перавышае прыстасавальніцкія магчымасці арганізмаў. Таму антрапагенныя перашкоды вядуць не да натуральнага адбору, а да масавай гібелі арганізмаў.

8.2. ПРАМЫСЛОВАЕ ЗАБРУДЖВАННЕ БІЯСФЕРЫ

Крыніцы забруджвання біясферы, як вы ўжо ведаеце, падзяляюцца на прыродныя і прамысловыя.

Па сваіх якасцях і ўздзеянню на навакольнае асяроддзе прамысловыя крыніцы можна падзяліць на матэрыяльныя (рэчавыя) і энергетычныя (фізічныя).

Пад **матэрыяльным забруджваннем** разумеюць механічныя, хімічныя і біялагічныя забруджванні. *Механічныя забруджванні* — гэта аэразолі, цвёрдыя целы і часціцы, што трапляюць у паветра, ваду і глебу. *Хімічныя забруджванні* — гэта рэчывы, якія трапляюць ў навакольнае асяроддзе ў любым агрэгатным стане і здольныя ўступіць у хімічнае ўзаемадзеянне з аб'ектамі біясферы. *Біялагічныя забруджванні* — гэта мікраарганізмы і прадукты іх жыццядзейнасці.

Пад **энергетычным (фізічным) забруджваннем** разумеюць цеплавое, светлавое, шумавое, электрамагнітнае і радыяцыйнае.

Навукова-тэхнічныя дасягненні дазваляюць чалавеку пранікаць ва ўсе вобласці біясферы. Аднак такое пранікненне звычайна суправаджаецца забруджваннем усіх яе складальных частак: атмасферы, гідрасферы і літасферы.

Атмасфера. Звычайна ўзровень забруджвання атмасферы ад натуральных крыніц з'яўляецца фонавым і мала змяняецца на працягу часу. Павышаныя канцэнтрацыі забруджвання ўзнікаюць у прамыслова развітых рэгіёнах. Пры гэтым асноўнае забруджванне атмас-

феры ствараюць некаторыя галіны прамысловасці, аўтатранспарт і цеплаэнергетыка. Прыблізна іх удзел у забруджванні атмасферы размяркоўваецца наступным чынам: нафтаздабываючая і нафтахімічная прамысловасць, чорная і каляровая металургія, прамысловасць будматэрыялаў і хімічная прамысловасць — 30%; цеплаэнергетыка — 30, аўтатранспарт — 40%. Аднак у асобна ўзятых рэгіёнах гэтыя лічбы могуць быць размеркаваны інакш. Напрыклад, у Рэспубліцы Беларусь удзел электрастанцый у забруджванні атмасферы складае каля 35%, а на долю хімічных і нафтахімічных прадпрыемстваў прыпадае каля 15% ад агульнай колькасці выкідаў.

Рэчывы, якія забруджваюць атмасферу, падзяляюцца на цвёрдыя, газападобныя і змешаныя. Прыкладна 90% забруджвальных рэчываў з'яўляюцца газападобнымі, а 10% — часціцы рознай прыроды.

Прамысловыя забруджвальнікі атмасферы падзяляюць на першасныя і другасныя. Першасныя трапляюць ў атмасферу непасрэдна з крыніц, а другасныя з'яўляюцца прадуктамі ўзаемадзеяння першасных паміж сабой або з кампанентамі паветра пад уздзеяннем вільгаці, тэмпературы і УФ-выпраменьвання. Часта другасныя забруджвальнікі могуць быць значна больш таксічнымі, чым першасныя. Прыкладам такіх забруджвальнікаў могуць быць рэчывы, што складаюць фотахімічны смог.

Якасны састаў забруджвальнікаў атмасферы вельмі разнастайны і залежыць ад колькасці прадпрыемстваў у рэгіёне і іх галіновага профілю. Але найбольш масавымі забруджвальнымі рэчывамі з'яўляюцца аксіды серы, вугляроду, азоту, розныя вуглевадароды і пыл. Аксід серы трапляе з дымавымі газамі, што ўтвараюцца пры спальванні сераразмяшчальных відаў паліва (вугаль, мазут) на энергетычных устаноўках, а таксама з адыходзячымі газамі некаторых прадпрыемстваў каляровай, хімічнай і іншай прамысловасці.

Апрача таго, пры спальванні любога віда паліва ў атмасферу выдзяляецца аксід вугляроду. Аксід азоту ўтвараюцца пры высокатэмпературным акісленні азоту з паветра. Такія працэсы характэрны для хімічных, металургічных і іншых прадпрыемстваў.

9. Зак. 5043.

Забруджванне атмасферы рознымі вуглевадародамі звязана з выкідамі прадпрыемстваў нафтахімічнай прамысловасці і аўтамабільнага транспарту.

Заводы прамысловасці будаўнічых матэрыялаў выкідаюць у атмасферу вялікія колькасці пылу, а таксама аксіды серы і азоту. У асобную групу вылучаюць радыеактыўныя рэчывы, што забруджваюць атмасферу, напрыклад, пры аварыях на АЭС.

Гідрасфера. Пад гідрасферай разумеюць абалонку зямлі, якая складаецца з акіянаў, мораў, азёр, рэк, сажалак, балот і падземных вод. Незваротнае водаўжыванне прамысловасцю і сельскай гаспадаркай складае 150 км^3 у год. Агульнае штогадовае ўжыванне вады перавышае 3 000 км^3. Пры гэтым у кожнага водаўжывальніка асабістыя патрабаванні да якасці вады. *Якасць вады — гэта сукупнасць фізічных, хімічных і біялагічных паказчыкаў, якія абагульняюць яе прыгоднасць да выкарыстання ў прамысловасці, сельскай гаспадарцы, у быце і г.д.* Менавіта ў якасці і заключаецца праблема вады для чалавека. Вады шмат, але ў выніку яе антрапагеннага забруджвання якасць вады ў многіх рэгіёнах з'яўляецца нездавальняльнай не толькі для ўжывання, але і для прамысловага скарыстання. *Забруджвальнікам прыродных вод з'яўляецца ўсё тое, што змяняе яе фізіка-хімічныя і бактэрыялагічныя ўласцівасці: колер, густ, празрыстасць, шчыльнасць, pH, электраправоднасць, тэмпературу, хімічны і бактэрыяльны састаў.*

Да галоўных крыніц забруджвання прыродных вод адносяцца прамысловыя сцёкавыя воды, паверхневы сцёк з прамысловых пляцовак, населеных пунктаў і сцёкавыя воды аграпрамысловага комплексу.

Сцёкавыя воды — гэта воды, якія былі ўзяты з прыроднай крыніцы для прамысловых, сельскагаспадарчых і бытавых патрэб і ў выніку чаго страцілі сваю якасць за кошт забруджвання іх растворанымі і нерастворанымі, арганічнымі і мінеральнымі, агрэсіўнымі і таксічнымі і гэтак далей рэчывамі. Сцёкавыя воды розных вытворчасцей утрымліваюць прымесі, якія адрозніваюцца па свайму якаснаму і колькаснаму саставу ў залежнасці ад тэхналагічных працэсаў, у якіх удзельнічае вада. Часцей за ўсё ў састаў сцёкавых вод ўваходзяць:

рэакцыйныя воды, забруджаныя зыходнымі рэчывамі і прадуктамі іх узаемадзеяння;

прамыўныя воды, што ўтварыліся пры прамыўцы сыравіны і прадукцыі;

ахаладжальныя воды;

воды-экстрагенты і абсарбенты;

бытавыя воды са сталовых, пральняў і г.д.

Гэты пералік уключае толькі найбольш вадаёмкія тэхналагічныя працэсы, але сцёкавыя воды ўтвараюцца і пры іншых вытворчых аперацыях: рабоце гідратранспарту, вакуум-насосаў, кандэнсацыі пары вады і г.д. Звычайна сцёкавыя воды пасля адпаведных тэхналагічных аперацый па ачыстцы альбо вяртаюцца ў вытворчы цыкл, альбо адводзяцца ў прыродныя крыніцы вады.

У цяперашні час адрозніваюць цеплавое і радыяцыйнае забруджванне прыродных вод.

Літасфера. Гэта верхняя цвёрдая абалонка Зямлі магутнасцю 50—200 км. У выніку гаспадарчай дзейнасці чалавека адбываецца апустыньванне зямель, забруджванне прамысловымі адходамі і ў выніку беззваротныя страты іх. Найбольш за ўсё пакутуе верхні слой літасферы — глеба.

Забруджванне глебы звязана з накапліваннем у ёй рэчываў і арганізмаў у такіх колькасцях, якія паніжаюць тэхналагічную, спажывецкую і санітарна-гігіенічную каштоўнасць вырошчваемых культур, пагаршаюць якасць іншых прыродных аб'ектаў і могуць прыводзіць да дэградацыі глебы.

Адрозніваюць забруджванне глебы *лакальнае*, якое ўзнікае паблізу крыніцы забруджвання і ахоплівае буйныя тэрыторыі інтэнсіўнага гаспадарчага карыстання, і *глабальнае*, якое мае агульнапланетарны характар.

Забруджванне глебы можа быць натуральным і антрапагенным. Асноўнымі антрапагеннымі крыніцамі забруджвання з'яўляюцца прамысловая і сельскагаспадарчая вытворчасць, нафтаздабыўная і горназдабыўная прамысловасць, камунальная гаспадарка і транспарт.

Прамысловая вытворчасць звязана з забруджваннем глеб шламамі, агаркамі, пустой пародай пры здабыванні сыравіны і г.д., а таксама з адчужэннем глеб пад

звалкі і палігоны. У прамысловым забруджванні асобна выдзяляюць забруджванне глебы цяжкімі металамі, такімі як свінец, ртуць, кадмій, цынк, марганец, нікель, кобальт, ванадзій і медзь. Яны накопліваюцца ў тоўшчы глебы, асабліва ў верхніх гумусных гарызонтах, і вельмі павольна выдаляюцца пры вышчалочванні, спажыванні раслінамі, эрозіі. Так, перыяд паўвыдалення для цынку складае ад 70 да 510 год, для медзі — ад 310 да 1500, для свінцу — ад 740 да 5900 год і г.д.

Асаблівую небяспеку ўяўляе радыяцыйнае забруджванне глеб, якое абумоўлена ядзернымі выбухамі, аварыямі на АЭС і інш.

У сельскагаспадарчай вытворчасці выдзяляюць забруджванне пестыцыдамі і мінеральнымі ўгнаеннямі. Пры гэтым найвялікшую небяспеку прадстаўляюць стойкія пестыцыды, здольныя накоплівацца і захоўвацца ў прыродным асяроддзі да некалькіх дзесяткаў гадоў. Часта вынікі скарыстоўвання пестыцыдаў біялагічна непрадказальныя.

Пры нафтаздабычы непазбежна паступленне сырой нафты і нафтапрадуктаў у глебу. Нафта — гэта складаная сумесь газападобных, вадкіх і цвёрдых вуглевадародаў, іх вытворчых і злучэнняў іншых класаў. Забруджваюць глебу пластовая вадкасць, газ, законтурныя воды нафтавых пластоў, нафта і сцёкавыя воды першаснай падрыхтоўкі нафты, буравыя растворы, нафтапрадукты. Усё гэта, трапляючы ў глебу, выклікае глыбокія незваротныя змяненні яе марфалагічных, фізічных, хімічных і мікрабіялагічных уласцівасцей, што прыводзіць да страты ўрадлівасці і гібелі жывых арганізмаў.

Транспарт з рухавікамі ўнутранага згарання выдзяляе з выхлапнымі газамі мноства таксічных злучэнняў, сярод якіх вылучаюць вуглевадароды, свінец, аксіды азоту і некаторыя іншыя. Усе гэтыя рэчывы асядаюць на глебе ўздоўж дарог і выклікаюць яе моцнае забруджванне і адчужэнне гэтых глеб з сельскагаспадарчага карыстання.

Наносіць шкоду глебе і бытавое смецце, смецце грамадскіх устаноў, харчовыя адходы і г.д.

8.3. АСНОЎНЫЯ КРЫНІЦЫ ЗАБРУДЖВАННЯ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ Ў РЭСПУБЛІЦЫ БЕЛАРУСЬ

Плошча тэрыторыі Беларусі складае 207,6 тыс.км^2, на якой пражывае 10,3 млн. чал. З іх у гарадах — 68% насельніцтва, у сельскай мясцовасці — 32%. На тэрыторыі Беларусі сканцэнтраваны буйныя энерга- і металаёмкія машынабудаўнічыя прадпрыемствы, хімічная прамысловасць, заводы і фабрыкі тэкстыльнай, дрэваапрацоўчай, лёгкай і харчовай прамысловасці. Беларусь — вытворца мінеральных угнаенняў, хімічных валокнаў, тэле- і радыёпрыёмнікаў, халадзільнікаў і шэрагу іншай прадукцыі.

Аднак варта адзначыць, што неабгрунтавана нізкія цэны на энергію і сыравіну абумовілі ў некаторых галінах прамысловасці больш высокі іх расход на адзінку прадукцыі, чым у развітых краінах. У выніку нерацыянальнага выкарыстання сыравіны і недасканалых прамысловых тэхналогій утварылася вялізная колькасць адходаў.

Напрыклад, у 1996 г. у прамысловым комплексе Беларусі ўтварылася звыш 18,1 млн.т цвёрдых адходаў, сярод якіх больш за 85% не выкарыстоўваюцца. Колькасць складзіраваных адходаў павялічылася за год на 2,2% і склала 633,2 млн.т. Найбольшая колькасць адходаў у Мінскай вобласці (89% ад агульнай колькасці). Колькасць адходаў, якія ўтвараюцца па абласцях рэспублікі, паказана ў табл. 8.1.

У структуры прамысловых адходаў большая колькасць галітавых адходаў і глініста-салявых шламаў (ПА "Беларуськалій"); высокая доля таксама адпрацаваных фармовачных і стрыжнёвых сумесей, тэхналагічных шламаў, гідролізнага лігніну, фосфагіпсу, адходаў гальванічных вытворчасцей, ачышчальных збудаванняў і інш.

У сувязі з тым што ўзровень выкарыстання прамысловых адходаў вельмі нізкі (прыкладна 15% агульнай колькасці), то большасць з іх адвозіцца на розныя накапляльнікі, якіх у рэспубліцы зарэгістравана каля 80. Акрамя таго, таксічныя адходы накопліваюцца на прадпрыемствах у шламасховішчах альбо вывозяцца на палігоны цвёрдых бытавых адходаў (ЦБА), якіх у рэспубліцы каля 160. Пад пляцоўкі для размяшчэння ад-

8.1. Утварэнне і выдаленне адходаў у месцы захавання за 1993—1996 гг.*

Вобласць	Колькасць адходаў, тыс.т			
	1993	1994	1995	1996
Мінская	13 349	16 102	17 543	16 216
Гомельская	951	1038	757	852
Гродзенская	441	506	456	479
Магілёўская	321	329	285	246
Віцебская	171	169	208	200
Брэсцкая	101	119	111	127

* Лічбы прыведзены ў адпаведнасці з экалагічным бюлетэнем за 1996 г. //Состояние природной среды Беларуси. Мінск, 1997.

ходаў з гаспадарчага абароту выключаюцца вялікія зямельныя плошчы. Па даных БелНДЦ "Экалогія", на гэтыя мэты выдзелена 2950 га. Акрамя таго, месцы захавання прамысловых адходаў, у сваю чаргу, негатыўна ўздзейнічаюць на навакольнае асяроддзе.

Вырашэнне гэтай праблемы трэба шукаць у наладжванні мала- і безадходнай вытворчасці прадукцыі.

8.3.1. ПРАМЫСЛОВАЕ ЗАБРУДЖВАННЕ ПАВЕТРА

Як вядома, у асоба вялікіх колькасцях паветра забруджваецца пылам, аксідамі серы, вугляроду і азоту. Ва ўсіх прамысловых гарадах паветра забруджваецца злучэннямі металаў і бенз(α)пірэну. Па ацэначных даных толькі ад стацыянарных крыніц забруджвання выкіды ў атмасферу 1996 г. склалі 480 тыс.т. З іх больш 50 тыс.т прыпадае на пыл, каля 205 тыс.т — на аксід серы, каля 91 тыс.т — на аксід вугляроду, каля 54 тыс.т — на аксід азоту.

Акрамя пералічанага выкідаецца ў атмасферу больш за 1,85 тыс.т серавугляроду, 437 т серавадароду, 155 т сернай кіслаты, 50 т фтарыстых рэчываў, каля 3 т хлору і звыш 75 тыс.т іншых рэчываў.

Колькасць выкідаў і іх якасны састаў не аднолькавы ва ўсіх абласцях і раёнах рэспублікі. Гэтыя фактары залежаць ад канцэнтрацыі прамысловых аб'ектаў на дадзенай тэрыторыі, ад галіновага профілю, ад якасці перапрацоўваемай сыравіны, дасканаласці тэхналагічных

працэсаў і наяўнасці сучасных пылагазаачышчальных збудаванняў. Так, вядома, што найбольшая колькасць серавадароду звычайна выкідаецца на нафтаперапрацоўчых прадпрыемствах (Наваполацк, Мазыр). Выкіды цеплавых электрастанцый забруджваюць паветра пераважна аксідам азоту, серы і вугляроду. Выкіды прадпрыемстваў асноўнага неарганічнага сінтэзу (Гродна, Гомель) змяшчаюць аміяк, злучэнні фтору, мыш'яку і інш. Прадпрыемствы будаўнічай індустрыі (Мінск, Ваўкавыск, Касцюковічы і некаторыя іншыя гарады) выкідваюць у паветра шмат пылу. У некаторых гарадах рэспублікі (Магілёў, Наваполацк, Светлагорск, Мазыр) засяроджаны прадпрыемствы, газапаветраныя выкіды якіх характарызуюцца асабліва шкоднымі рэчывамі (фенол, талуол, ксілол, серавадарод, серавуглярод, металы, спецыфічны пыл і інш.).

Значна забруджвае атмасферу аўтамабільны транспарт. Рэспубліка мае даволі вялікі транспартны парк, які складаецца з легкавых і грузавых аўтамабіляў, а таксама пасажырскага транспарту. Акрамя таго па дарогах рэспублікі штодзённа рухаюцца тысячы транзітных аўтамашын. Штодзённа спальваючы ў рухавіках бензін розных марак і дызельнае паліва, аўтамабілі разам з выхлапнымі газамі выкідаюць у паветра вялікую колькасць высокатаксічных злучэнняў, сярод якіх свінец, фармальдэгід, вуглевадароды, аксіды азоту і вугляроду.

Спецыялісты ўстанавілі, што выхлапныя газы ўтрымліваюць да 200 розных злучэнняў, якія забруджваюць паветра і глебу абапал аўтастрад. Аўтамабільны парк у рэспубліцы расце, павялічваецца і доля выкідаў аўтатранспарту ў атмасферу ад іх агульнага ліку. Толькі за 1996 г. выкіды ў атмасферу ад перасоўных крыніц склалі 1610,3 тыс.т, што больш за 70% ад агульных газапаветраных выкідаў у рэспубліцы.

У табл. 8.2 прыведзены даныя аб забруджванні паветра некаторымі шкоднымі рэчывамі ад стацыянарных і перасоўных крыніц.

Патрэбна адзначыць, што прыведзеныя ў табліцы лічбы адрозніваюцца, і некаторыя значна, ад адпаведных за іншыя гады. Гэта можна растлумачыць, з аднаго боку, сацыяльна-эканамічным становішчам і структур-

8.2. Агульныя выкіды шкодных рэчываў у паветра ад стацыянарных і перасоўных крыніц Рэспублікі Беларусь у 1996 г. (тыс.т)*

Вобласць	Цвёрдыя рэчывы	Дыяксід серы	Аксід вугляроду	Аксід азоту	Вуглярoды і ЛАЗ**	Усяго выкідаў
Брэсцкая	14,02	26,73	183,96	21,80	44,66	291,99
Віцебская	13,91	68,04	187,31	35,57	74,67	380,17
Гомельская	11,16	44,28	200,53	27,91	58,90	344,65
Гродзенская	10,01	15,90	159,02	20,36	36,94	243,82
г. Мінск	5,68	21,19	133,72	20,16	31,63	213,49
Мінская	15,55	32,69	219,28	25,77	53,05	347,97
Магілёўская	11,43	37,43	157,94	21,10	39,43	268,76
Усяго па рэспубліцы	81,77	246,26	1241,76	172,68	399,27	2090,87

* Даныя прыведзены ў адпаведнасці з экалагічным бюлетэнем за 1996 г. //Состояние природной среды Беларуси. Мінск, 1997.

** ЛАЗ — лятучыя арганічныя злучэнні.

най перабудовай прамысловага комплексу рэспублікі, а з другога боку — павышэннем ролі кантролю за забруджваннем паветра і тэхнічнымі мерапрыемствамі на прамысловых аб'ектах, накіраванымі на памяншэнне шкодных выкідаў.

Варта адзначыць, што атмасфернае паветра рэспублікі забруджваецца прамысловымі выкідамі суседніх дзяржаў. Улічваючы характар і кірунак руху ветру, можна меркаваць, што такімі дзяржавамі з'яўляюцца Польшча, Германія, Славакія, Украіна.

У сучасны момант найбольш дасканалымі лічацца разлікі па трансмежаваму пераносу злучэнняў серы і азоту. У адпаведнасці з імі на тэрыторыю Рэспублікі Беларусь выпадае ад агульнай колькасці серы прыкладна 30% з Польшчы, 7% — з Украіны, 34% — з дзяржаў Заходняй Еўропы. Паказчыкі выпадзення акісленага азоту выглядаюць па разліках наступным чынам: з Польшчы — 22%, з Украіны — 5%, з дзяржаў Заходняй Еўропы — 55% ад агульнай колькасці, а на долю гэтых злучэнняў азоту ад крыніц нашай рэспублікі прыпадае 6%.

Акрамя адзначаных выкіды замежных крыніц утрымліваюць і іншыя шкодныя рэчывы, здольныя заб-

руджваць навакольнае асяроддзе нашай рэспублікі.

Вырашаецца гэтая праблема на ўзроўні міждзяржаўнага супрацоўніцтва ў галіне аховы паветра.

8.3.2. ПРАМЫСЛОВАЕ ЗАБРУДЖВАННЕ ГІДРАСФЕРЫ

Воды рэк рэспублікі па свайму саставу ў асноўным, адносяцца да катэгорыі ўмерана забруджаных. Аднясенне да той ці іншай катэгорыі забруджанасці робіцца з дапамогай так званага індэкса забруджанасці вады — ІЗВ. ІЗВ — гэта разліковая велічыня, якая вызначаецца па формуле

$$\text{ІЗВ} = \frac{\sum \frac{\text{С}}{\text{ГДК}}}{6},$$

дзе С — сярэдняе значэнне канцэнтрацый забруджвальнікаў; 6 — лімітуючая колькасць паказчыкаў, што выкарыстоўваюцца для разлікаў; ГДК — гранічна дапушчальная канцэнтрацыя для іх.

Да катэгорыі чыстых адносяцца рэкі, ІЗВ у якіх роўны адзінцы (верхняе цячэнне Бярэзіны, Заходняя Дзвіна вышэй Віцебска); да катэгорыі ўмерана забруджаных — пры ІЗВ, роўным 1,25 (Днепр, Сож); да забруджаных адносяцца рэкі пры ІЗВ, роўным 2,5—4,0 (Нёман ніжэй Гродна, Свіслач ніжэй Мінска); да брудных адносяцца рэкі пры ІЗВ, роўным 4,4 (Бярэзіна ніжэй Бабруйска).

Асноўнымі водаспажывальнікамі ў рэспубліцы з'яўляюцца прамысловасць, сельская гаспадарка, рыбгасы і камунальная гаспадарка. На ўсе іх патрэбы з прыродных крыніц вады рэспублікі ў 1996 г. было забрана 2014,4 млн. м^3 вады, пры гэтым з паверхневых крыніц — 921,1 млн. м^3, а з падземных — 1093,2 млн. м^3. Страты вады пры транспарціроўцы склалі 5% ад агульнага водазабору. Размеркаванне вады сярод спажывальнікаў мае наступны расклад (у млн. м^3): гаспадарчапітныя — 772,6, прамысловыя — 559,1, сельскагаспадарчае водазабеспячэнне — 186,5, арашэнне — 9,05.

Пасля скарыстання для гаспадарчых патрэб воды ў большай або меншай ступені забруджваюцца. Ад забруджвання, колькасць забруджвальнікаў, што трапляюць у ваду, залежыць ад галіны вытворчасці, тэхнала-

гічных аперацый, кратнасці яе скарыстання і шэрагу іншых фактараў. Адпрацаваная вада адводзіцца зноў у прыродныя вадаёмы, папярэдне прайшоўшы некаторыя формы ачысткі.

Агульная колькасць адведзеных сцёкавых вод склала 1324,4 млн. $м^3$, сярод якіх забруджаных без ачысткі было 0,11 млн. $м^3$, забруджаных з недастатковай ачысткай — 29,9 млн. $м^3$, нарматыўна-чыстых (без ачысткі) — 299,2 млн. $м^3$, нарматыўна-чыстых пасля ачышчальных збудаванняў — 872,0 млн. $м^3$, адведзена на палі фільтрацыі, накапіцелі і г.д. — 124,04 млн. $м^3$. Беззваротнае ўжыванне і страты склалі 825,2 млн. $м^3$.

З прадстаўленых даных відаць, што ў цяперашні час асноўны шлях звароту вады ў прыродныя вадаёмы — гэта ачыстка да ўмоўных нарматываў, скід і разбаўленне за кошт вады вадаёма, які прымае прамысловы сцёк. На разбаўленне расходуецца даволі вялікая колькасць вады, у выніку ў прыродных вадаёмах яна забруджваецца, губляючы свае прыродныя якасці, і часта перастае быць асяроддзем пражывання для многіх гідрабіёнтаў.

Забруджвальнікі, што паступаюць са сцёкавымі водамі ў прыродныя вадаёмы, вельмі разнастайныя і падзяляюцца па агрэгатнаму стану на цвёрдыя, вадкія і газападобныя; па фізічных уласцівасцях — на растваральныя і нерастваральныя; па хімічнай прыродзе — на мінеральныя і арганічныя.

Агульныя паказчыкі сцёкавых вод прыведзены ў табл. 8.3.

Патрэбна адзначыць, што антрапагенная хімічная нагрузка на вадаёмы і рэкі рэспублікі нераўнамерная, што тлумачыцца рознымі аб'ёмамі сцёкавых вод, якія ўтвараюцца ў розных абласцях і гарадах Беларусі. Але на падставе аналізу ўсіх даных можна адзначыць, што сярод усіх абласцей і абласных цэнтраў самай магутнай лакальнай крыніцай хімічных нагрузак з'яўляецца г. Мінск. Напрыклад, ніжэй г. Мінска ў р. Свіслач было скінута 1180 т арганічных рэчываў, ці 39% іх агульнай колькасці, трапіўшай ва ўсе водныя аб'екты рэспублікі ў 1996 г.

Большая частка прамысловых сцёкавых вод рэспублікі праходзіць сумесную ачыстку з гаспадарчабытавымі на гарадскіх ачышчальных збудаваннях.

8.3. Скід асноўных забруджвальных рэчываў у складзе сцёкавых вод на працягу 1991—1996 гг.*

Забруджвальныя рэчывы	Гады					
	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Арганічныя рэчывы (БПК)	19000	17500	19000	16300	16400	11300
Нафтапрадукты	600	700	600	400	330	320
Узважаныя рэчывы	18400	19000	18400	18200	19500	14300
Сульфаты	64100	56600	47500	42700	44100	56400
Хларыды	46300	55900	39600	44000	50400	76200
Азот аманійны	7800	6700	5700	6100	5000	6100
Азот нітратны	1300	1400	2700	3600	4600	4000
Азот нітрытны	51	36	89	331	170	200
СПАР**	213	185	217	131	117	211
Металы (медзь, жалеза, цынк, нікель, хром)	424	432	383	453	402	429
Колькасць прадпрыемстваў, якія скідваюць сцёкавыя воды	464n	464	451	459	453	441

* Дадзеныя табліцы прыведзены ў адпаведнасці з экалагічным бюлетэнем за 1996 г.//Состояние природной среды Беларуси. Мінск, 1997.

** Сінтэтычныя паверхнеактыўныя рэчывы.

Вельмі важна падкрэсліць, што ў наш час асноўныя аб'ёмы сцёкавых вод (69%) утвараюцца ў сферы жыллёва-камунальнай гаспадаркі. На прамысловасць і сельскую гаспадарку прыпадае адпаведна 27% і 4%.

Такім чынам, праблема аховы прыродных вод рэспублікі застаецца вельмі актуальнай у сувязі з вялікай колькасцю трапляючых у іх шкодных рэчываў, якія ўплываюць на якасныя паказчыкі вады. Адным з напрамкаў зніжэння антрапагеннай хімічнай нагрузкі на вадаёмы з'яўляецца распрацоўка і выкарыстанне ў прамысловых комплексах мала- і безадходных тэхналагічных працэсаў.

8.3.3. ПРАМЫСЛОВАЕ ЗАБРУДЖВАННЕ ГЛЕБЫ

Агульная плошча ўсіх зямель у Рэспубліцы Беларусь па стану на 01.01.97 г. склала 20759,6 тыс. га. З іх сельгасугоддзі займалі 9332,7 тыс. га, а раллі 6230,1 тыс. га,

г.зн. на аднаго жыхара рэспублікі прыпадала 0,60 га раллі.

У выніку антрапагеннага ўздзеяння на глебу адбываецца яе забруджванне і дэградацыя. Па ацэнках спецыялістаў, на 800 тыс. га прылягаючых зямель пастаяннае забруджвальнае ўздзеянне аказваюць гарады і буйныя прамысловыя цэнтры і амаль на такую ж плошчу — аўта- і чыгуначны транспарт уздоўж дарожных магістраляў.

Крыніцамі забруджвання глебы з'яўляюцца розныя звалкі, месцы накаплення і захоўвання прамысловых і бытавых адходаў, забруджанае атмасфернае паветра, а таксама сельскагаспадарчыя хімікаты (угнаенні, пестыцыды). Па меркаванню спецыялістаў, у рэспубліцы накоплена 2 млрд. т небяспечных адходаў, акрамя таго, працягваецца іх штогадовы прырост. У той жа час у рэспубліцы практычна адсутнічаюць спецыяльныя аб'екты, якія б задавальнялі вызначаныя тэхнічныя патрабаванні да размяшчэння і захоўвання такіх адходаў.

У выніку прамысловыя адходы, часта таксічныя, трапляюць на некантралюемыя пляцоўкі і звалкі, забруджваючы глебу. Напрыклад, солі цяжкіх металаў трапляюць у глебу разам з адпрацаваным актыўным глеем, які вывозіцца з гарадскіх ачышчальных збудаванняў. Для вывазу гарадскіх цвёрдых адходаў адводзяцца тэрыторыі пад звалкі, агульная плошча якіх ужо складае каля 3 тыс. га.

У сельскагаспадарчых рэгіёнах за кошт парушэння аграмеліярацыйных тэхналогій адбываецца забруджванне глеб мінеральнымі ўгнаеннямі і пестыцыдамі. Завышанае вапнаванне адзначаецца на 2,6% агульнай раллі, на 5% раллі назіралася высокае ўтрыманне фасфатаў і на 11,5% — калію. Пры ўжыванні неабгрунтавана высокай колькасці азотных угнаенняў нітратамі забруджваюцца не толькі глебы, але грунтавыя і паверхневыя воды, асабліва пры завышэнні доз беспадсцілачнага гною з жывёлагадоўчых комплексаў (200 кг і болей азоту на 1 га). Акрамя нітратнага забруджвання сельскагаспадарчых глеб з беспадсцілачным гноем магчыма забруджванне солямі цяжкіх металаў, цынкам, меддзю, кадміем. Гэтыя рэчывы ў невялікіх колькасцях змяшчаюцца ў

фасфатах, якімі ўзбагачаюць камбікармы для жывёл.

Асабліва небяспечнае забруджванне ўстойлівымі да разбурэння і здольнымі да накаплення ў глебе пестыцыдамі. У рэспубліцы да 1990 г. на 1 га ўносілі ў сярэднім ад 2 да 4 кг пестыцыдаў. Аднак за апошнія гады астаткавая колькасць многіх пестыцыдаў у глебе знізілася ў дзесяткі разоў, што тлумачыцца рэзкім памяншэннем аб'ёмаў іх ужывання ў сельскай гаспадарцы.

Найбольш забруджаны глебы буйных гарадоў і прамысловых цэнтраў. Праводзіцца кантроль за ўтрыманнем у гарадскіх глебах цяжкіх металаў (цынку, кадмію, свінцу, медзі, нікелю і марганцу), сульфатаў, нітратаў і фтору. У адпаведнасці з данымі рэгулярных абследаванняў глеб буйных гарадоў рэспублікі вынікае, што найбольш забруджаны глебы Мінска, Магілёва, Гродна, Бабруйска, Віцебска, Крычава, Оршы і некаторых іншых. Часцей за іншыя элементы ў глебах гэтых гарадоў сустракаюцца медзь і свінец.

Забруджаныя паветраныя масы садзейнічаюць мокраму і сухому забруджванню глебы аксідамі серы і азоту (па ацэнках спецыялістаў у сярэднім каля 20 і 14 кг/га/год адпаведна).

Напрыклад, у 1996 г. максімальныя забруджанасці глебы сульфатамі і нітратамі адзначаліся ў Гомелі, Віцебску, Брэсце, Слоніме і Кобрыне. Гэта прыводзіць да падкіслення глеб, парушэння балансу пажыўных рэчываў і гібелі некаторых глебавых мікраарганізмаў. З паветра можа адбыцца забруджванне глеб і іншымі рэчывамі, напрыклад, злучэннямі цяжкіх металаў. Вядома, што прычынай радыеактыўнага забруджвання тэрыторыі рэспублікі пасля аварыі на ЧАЭС з'явіўся перанос забруджаных мас і радыеактыўныя ападкі.

8.4. ПАНЯЦЦЕ АБ МАЛААДХОДНЫХ І БЕЗАДХОДНЫХ ТЭХНАЛОГІЯХ

У наш час у развітых краінах свету ў цэнтры ўвагі прамысловага сектара знаходзяцца пытанні не столькі колькасці, колькі якасці прадукцыі. Пры гэтым забеспячэнне якасці ў адпаведнасці з патрабаваннямі рынкаў праводзіцца на фоне павышэння цэн на энерганосьбіты, ваду і іншыя рэсурсы, а таксама павелічэння платы за забруджванне асяроддзя. Існуе шэраг адміністра-

цыйных і эканамічных механізмаў, накіраваных на абмежаванне забруджвання паветра і вады і змяншэння іншых наступстваў чалавечага ўздзеяння на прыроду. Экалагічна чыстая вытворчасць пачынае выступаць у якасці важнага фактара паляпшэння як эканамічных, так і экалагічных паказчыкаў.

Ідэя экалагічна чыстай вытворчасці пачала развівацца з канца 70-х гадоў і атрымала распаўсюджванне ва ўсім свеце. У тым жа значэнні прымяняюцца тэрміны "безадходная тэхналогія" (БАТ), "безадходная тэхналагічная сістэма" (БТС).

У некаторых заходнееўрапейскіх краінах ў тым жа значэнні прымяняецца тэрмін "чыстая тэхналогія".

У дастаткова поўным выглядзе ўяўленне аб "безадходнай тэхналогіі" было сфармулявана на Агульнаеўрапейскай нарадзе па супрацоўніцтву ў вобласці аховы навакольнага асяроддзя (Жэнева, 1979). На ёй была прынята "Дэкларацыя аб малаадходнай і безадходнай тэхналогіі і скарыстанні адходаў", у якой гаварылася: "Безадходная тэхналогія ёсць практычнае прымяненне ведаў, метадаў і сродкаў ■ тым, каб у рамках патрэб чалавека забяспечыць найбольш рацыянальнае скарыстанне прыродных рэсурсаў, энергіі і ахаваць навакольнае асяроддзе". Гэта была адна з першых спроб фармулёўкі адносін вытворчасці да прыроднага асяроддзя. Далейшае развіццё ўяўленняў аб навакольным асяроддзі і рацыянальным прыродакарыстанні, а таксама пастаноўка задач стварэння і ўкаранення безадходных вытворчасцей прывялі да неабходнасці ўдасканалення азначэння безадходнай тэхналогіі. Новая фармулёўка была прынята на семінары Еўрапейскай эканамічнай камісіі ААН па малаадходнай тэхналогіі, які адбыўся ў 1984 г. у г. Ташкенце. У цяперашні час афіцыйна прызнана наступнае азначэнне: "*Безадходная тэхналогія — гэта такі спосаб вытворчасці прадукцыі, пры якім найбольш рацыянальна і комплексна скарыстоўваюцца сыравіна і энергія ў цыкле сыравінныя рэсурсы — вытворчасць — спажыванне — другасныя сыравінныя рэсурсы такім чынам, што любое ўздзеянне на навакольнае асяроддзе не парушае яе нармальнага функцыянавання*". У роўнай меры гэта азначэнне будзе адносіцца і да "безадходнага тэхналагічнага працэсу",

"безадходнага прадпрыемства", "безадходнага тэрытарыяльна-прамысловага комплексу". У дадзенай фармулёўцы ўжо прагледжваюцца асноўныя падыходы для стварэння безадходных вытворчасцей. Па-першае, падкрэсліваецца неабходнасць стварэння рэсурсных цыклаў, якія б уключалі і сферу спажывання. Адсюль вынікае, што замкнутым такі цыкл можа быць толькі пры ўмове кааперыравання вытворчасцей у рэгіянальным маштабе. Гэта значыць, мяркуецца, што безадходная вытворчасць павінна быць практычна замкнутай сістэмай, арганізаванай па аналогіі з прыроднымі экасістэмамі, але ў ёй дзейнічае тэхнагенны кругаварот сыравіны, прадукцыі і адходаў, які рэгулюецца чалавекам.

Па-другое, указваецца на абавязковае ўключэнне ў вытворчасць усіх кампанентаў сыравіны пры максімальнай магчымасці скарыстання патэнцыялу энергетычных рэсурсаў. Неабходна памятаць, што па аналогіі з прыроднымі экасістэмамі безадходная вытворчасць з'яўляецца практычна замкнутай, але не ізаляванай. Апаненты канцэпцыі безадходнай вытворчасці сцвярджаюць, што нават тэарэтычна такую вытворчасць стварыць немагчыма, таму што пры гэтым не будуць выконвацца законы захавання масы рэчыва і другі закон тэрмадынамікі і, такім чынам, нельга ўсю сыравіну ператварыць у прадукцыю, а энергію — у работу.

Аднак з імі нельга пагадзіцца. У безадходнай вытворчасці матэрыя не знікае, а ператвараецца ў розныя віды прадукцыі, збудаванні, элементы ландшафту і г.д. На цалкавае скарыстанне энергіі безадходная тэхналогія і не прэтэндуе, гаворка ідзе аб максімальна магчымым яе скарыстанні на дадзеным тэхнічным узроўні развіцця.

Такім чынам, тэрмін "безадходная" ўмоўны, метафарычны і з развіццём тэхналогіі і тэхнікі будзе толькі набліжацца да яго сэнсавага значэння.

Па-трэцяе, састаўной часткай канцэпцыі безадходнай вытворчасці з'яўляецца ахова нармальнага функцыянавання навакольнага асяроддзя. Крытэрыямі якасці навакольнага асяроддзя ў цяперашні час выступаюць дапушчальныя канцэнтрацыі (ГДК) і разлічаныя на іх аснове гранічна дапушчальныя выкіды ў атмасферу (ГДВ) і скіды ў вадаёмы (ГДС). У будучым пры шы-

рокім выкарыстанні безадходных тэхналогій мяркуецца пераход на больш жорсткія крытэрыі — гранічна дапушчальныя экалагічныя канцэнтрацыі (ГДЭК) або нагрузкі (ГДЭН). Асноўнае адрозненне паміж імі: у першым выпадку ўвага сканцэнтравана на захаванне здароўя чалавека, а ў другім — на захаванне нармальнага функцыянавання ўсёй экасістэмы.

Стварэнне безадходных вытворчасцей — даволі працяглы працэс, які патрабуе рашэння шэрагу найскладанейшых навукова-тэхнічных, эканамічных, заканадаўчых і адміністрацыйна-кіраўнічых задач. У якасці прамежкавага этапа — стварэнне малаадходных вытворчасцей.

Пад малаадходным падразумяваецца такі спосаб вытворчасці прадукцыі, пры якім шкоднае ўздзеянне на навакольнае асяроддзе не перавышае ўзровень дапушчальнага санітарна-гігіенічнымі нормамі, пры гэтым па шэрагу прычын дапускаецца пераход часткі сыравіны ў адходы, якія накіроўваюцца на працяглае захоўванне або знішчэнне. Аднак гэта частка сыравіны павінна быць зведзена да мінімуму, тэхнічна дасягальнага ў дадзены прамежак часу. Многія прадпрыемствы робяць і будуць рабіць разнастайныя адходы, перапрацоўка якіх і знішчэнне выдзяляюцца ў самастойны тэхналагічны кірунак, цесна звязаны са стварэннем мала- і безадходных вытворчасцей.

8.5. АСНОЎНЫЯ ПРЫНЦЫПЫ АРГАНІЗАЦЫІ МАЛААДХОДНЫХ І БЕЗАДХОДНЫХ ВЫТВОРЧАСЦЕЙ

Галоўная мэта экалагічна чыстых вытворчасцей накіравана на ўзрастанне ўзроўню рэнтабельнасці прадпрыемстваў шляхам паніжэння рэсурса- і энергаёмістасці, памяншэнне колькасці забруджваючых выкідаў і аб'ёмаў адходаў пры адначасовым павышэнні якасці прадукцыі і аховы навакольнага асяроддзя. Менавіта таму экалагічна чыстыя вытворчасці ў наш час разглядаюцца як ключавы элемент аховы навакольнага асяроддзя. Яны выкарыстоўваюць рэсурсы больш устойліва і ў большай ступені шляхам рэцыркулявання сваіх адходаў і пабочных прадуктаў. Экалагічна чыстая вытворчасць накіравана на прафілактыку забруджванняў, а не на барацьбу з імі.

Стварэнне мала- і безадходных вытворчасцей з'яўляецца комплекснай, шматстадыйнай і шматузроўневай задачай. На кожным этапе і кожным узроўні існуюць свае патрабаванні і магчымасці. Пры рашэнні задач па распрацоўцы і ўкараненню безадходных тэхналогій улічваюць спецыфіку асобных галін вытворчасці і агульныя прынцыпы. Удасканаленне любога рэсурснага цыкла звязана з распрацоўкай новых тэхналагічных працэсаў; стварэннем адпаведнага апаратурнага афармлення; выпрацоўкай і прыняццем новых адносін і патрабаванняў да сыравіны, матэрыялаў, энергарэсурсаў і гатовай прадукцыі; пераходам на больш дасканалую арганізацыю вытворчасці.

Як ужо адзначалася, асновай чыстых (БАВ) вытворчасцей з'яўляецца комплекснае выкарыстанне сыравіны, бо адходы — гэта па тым ці іншым прычынам недавыкарыстаная сыравіна альбо яе частка. Праблема комплекснага выкарыстання сыравіны мае і эканамічны бок, бо запасы асноўнай сыравіны абмежаваны, і цэны на яе растуць.

Як вядома, агульны сабекошт прадукцыі залежыць ад тыпу тэхналогіі (мал. 8.2). З гэтай залежнасці відаць, што краіны, якія прытрымліваюцца сыравіннай арыентацыі, павінны раней перайсці на безадходныя тэхналогіі, чым краіны з навукаёмістымі і рэсурсасберагальнымі тэхналогіямі.

Але для ўсіх краін раней ці пазней пераход на безадходныя тэхналогіі непазбежны.

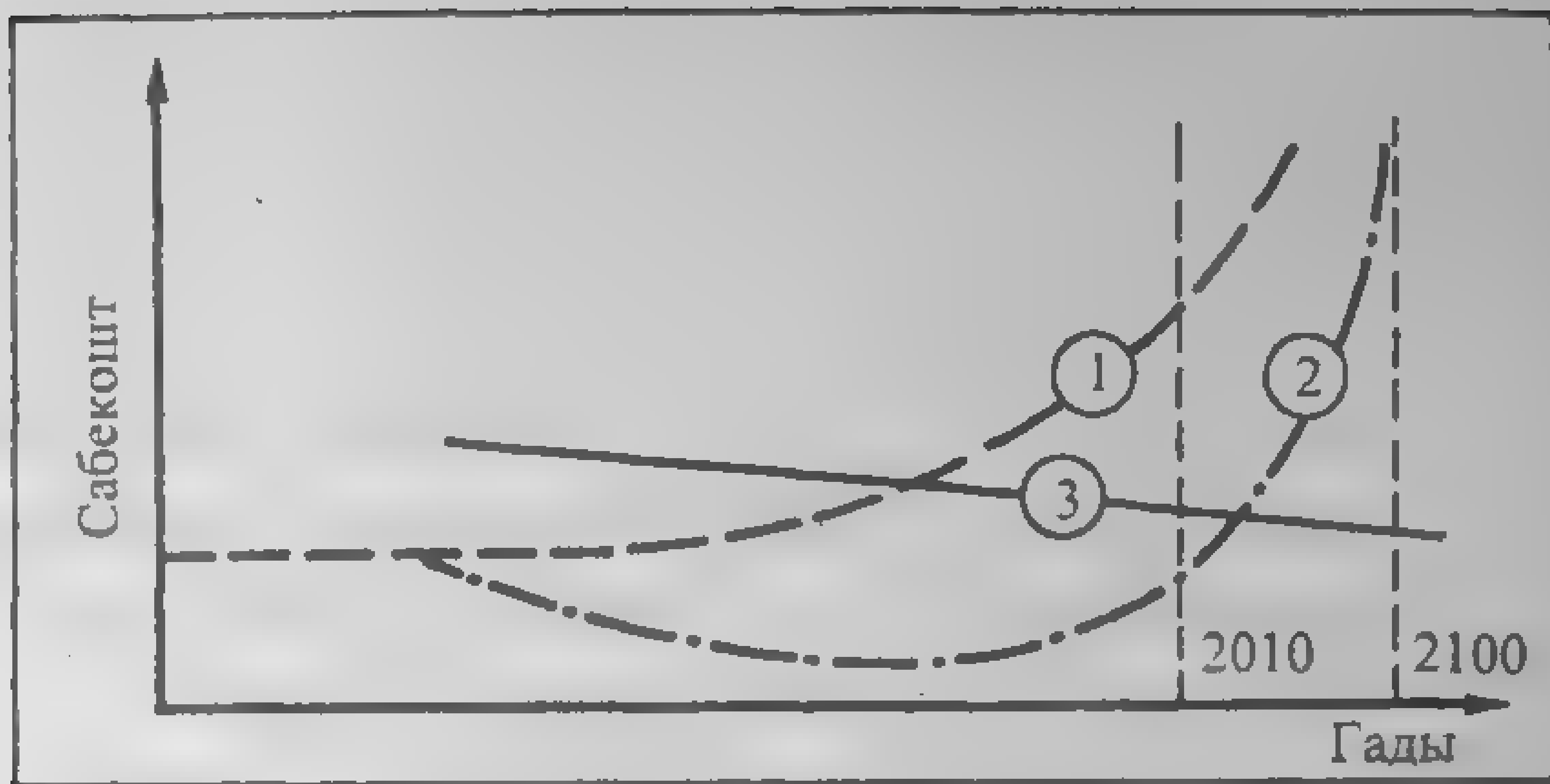
Таму галоўнай умовай стварэння БАВ з'яўляецца ўдасканаленне існуючых і распрацоўка прынцыпова новых тэхналагічных працэсаў.

Новыя тэхналагічныя працэсы павінны быць накіраваны на:

зніжэнне альбо поўнае выключэнне ўтварэння адходаў і іх адмоўнага ўздзеяння на навакольнае асяроддзе;

комплекснае скарыстанне ўсіх кампанентаў сыравіны і максімальна магчымае скарыстанне энергарэсурсаў.

Комплексны падыход мае не толькі экалагічны, але і эканамічны характар, таму павінен быць узведзены ў ранг дзяржаўнай палітыкі, каб забяспечыць прагрэсіўныя магчымасці новых тэхналогій, а менавіта:



Мал. 8.2. Дынаміка спажывання рэсурсаў:
1 — пры звычайных тэхналогіях; 2 — пры рэсурсазберагальных; 3 — пры безадходных.

пераход на новыя метады распрацоўкі і абагачэння карысных выкапняў;

пераход на бесперапынныя працэсы;

павелічэнне адзінкавай магутнасці агрэгатаў;

інтэнсіфікацыю вытворчых працэсаў;

стварэнне энергатэхналагічных працэсаў;

здзяйсненне вытворчага працэсу пры мінімальнай магчымай колькасці тэхналагічных стадый, сумяшчэнне магчымых аперацый і г.д.

Ажыццявіць сучасныя безадходныя тэхналагічныя працэсы магчыма толькі шляхам удасканалення іх апаратурнага афармлення. Пры гэтым асноўныя намаганні распрацоўшчыкаў павінны быць накіраваны на наступнае:

сумяшчэнне ў адным апараце некалькіх тэхналагічных працэсаў;

аптымізацыю памераў і прадукцыйнасць;

герметызацыю;

выкарыстанне новых канструкцыйных матэрыялаў, што дазваляюць павялічыць даўгавечнасць апаратаў, зменшыць вагу і г.д.

Для дасягнення больш поўнага і комплекснага ўжывання сыравіны і энергіі неабходна прадугледзець:

строгую абгрунтаванасць яе якасці і магчымую замену на нетрадыцыйную, мясцовую, папутна здабываемую і г.д.;

папярэднюю падрыхтоўку сыравіны і паліва для выключэння ўтварэння найбольш таксічных кампанен-

таў на адпаведных стадыях тэхналагічнага працэсу;

замену высокатаксічных матэрыялаў (ртуць, свінец і інш.) на менш таксічныя пры вытворчасці асобных відаў прадукцыі (фарбавальнікі, каталізатары, батарэйкі, электралямпы і інш.).

Канчатковай мэтай любога тэхналагічнага працэсу з'яўляецца стварэнне з сыравіны неабходнай чалавеку прадукцыі. Акрамя сыравіны на гэты працэс патрабуецца энергія, і іншы раз у вельмі значных колькасцях. Таму пры стварэнні безадходных тэхналагічных працэсаў вялікая ўвага надаецца не толькі якасці, але і колькасці прадукцыі, у якую ператвараецца сыравіна і энергія. Паўстае пытанне выпуску не толькі асноўнай прадукцыі, але і пабочнай і спадарожнай, якая павінна быць няшкоднай, працяглага выкарыстання, здольнай пасля фізічнага або маральнага зносу вяртацца ў вытворчы цыкл у выглядзе сыравіны, падвяргацца біялагічнаму раскладанню пры трапленні ў навакольнае асяроддзе.

Менавіта ўжыванне сыравіны і энергіі ў цыкле і з'яўляецца асновай мала- і безадходнай вытворчасці, пры якой новая сыравіна будзе выкарыстоўвацца толькі як дадатак да затрачаных раней рэсурсаў.

Напрыклад, пры стварэнні замкнутых водаабаротных сістэм прамысловых прадпрыемстваў водападрыхтоўка, скарыстанне і ачыстка сцёкавай вады павінны разглядацца адначасова з асноўнымі тэхналагічнымі працэсамі. Асадкі, што ўтвараюцца пры ачыстцы сцёкавых вод, перапрацоўваюцца ў прадукцыю або другасную сыравіну. Такім чынам ачыстка сцёкавых вод з дапаможнай аперацыі ператвараецца ў асноўны прамысловы працэс, а сама вада становіцца паўнацэннай сыравінай.

Пры арганізацыі мала- і безадходных вытворчасцей неабходна прадугледжваць:

цыклічнасць патокаў рэчыва, напрыклад, для стварэння замкнутых водаабаротных і газаабаротных цыклаў. Пры стварэнні замкнутых водаабаротных цыклаў важна навукова абгрунтаваць патрабаванні да якасці вады для кожнай тэхналагічнай аперацыі, бо не заўсёды патрэбна вада пітной якасці. Гэта дазволіць выкарыстоўваць ваду мнагакратна і паслядоўна па яе

якасці. Рэцыркуляцыя газавых патокаў можа мець месца, напрыклад, пры выкарыстанні ачышчальнага аспірацыйнага паветра на рукаўных фільтрах прадпрыемстваў будаўнічых матэрыялаў;

магчымасць камбінавання вытворчасцей на аснове комплекснага выкарыстання сыравіны і энергарэсурсаў;

магчымасць галіновай кааперацыі вытворчасцей на аснове перапрацоўкі адходаў і утылізацыі другасных рэсурсаў. Асабліва важная такая кааперацыя для вытворчасцей, якія маюць шматтанажныя адходы. Напрыклад, можна скааперыраваць вытворчасць мінеральных фосфарных угнаенняў з вытворчасцю будаўнічых матэрыялаў;

абгрунтаванасць месца будаўніцтва з улікам фонавага забруджвання навакольнага асяроддзя, а таксама перспектыў развіцця дадзенай вытворчасці ў комплексе з іншымі, што размешчаны ў рэгіёне;

стварэнне рэгіянальных цэнтраў палігонаў па абясшкоджванню і знішчэнню таксічных адходаў (прамысловых, сельскагаспадарчых, бытавых);

стварэнне тэрытарыяльна-вытворчых комплексаў (ТВК).

ТВК — гэта сукупнасць тэхналагічна і эканамічна ўзаемазвязаных вытворчасцей і прадпрыемстваў, аб'яднаных адзінай тэхналогіяй або агульнай крыніцай сыравіны і іншых рэсурсаў. Падпарадкаваны гэтыя вытворчасці звычайна розным міністэрствам, але сканцэнтраваны на пэўнай тэрыторыі, валодаюць адзінай вытворчай і сацыяльнай інфраструктурай і сумеснымі намаганнямі забяспечваюць ахову навакольнага асяроддзя. Менавіта ва ўмовах ТВК найбольш поўна можа здзейсніць прынцыпы стварэння мала- і безадходнай вытворчасці. Безадходныя тэхналагічныя працэсы — вялікая рэдкасць, безадходныя вытворчасці сустракаюцца часцей, а безадходны ТВК можа быць створаны практычна ўсюды, бо ў яго маюцца шырокія магчымасці для арганізацыі тэхнагеннага кругавароту рэчываў у рэгіёне. У ТВК можна забяспечыць умовы найбольш рацыянальнага выкарыстання сыравінных і энергетычных рэсурсаў за кошт скаардынаванага размеркавання і паслядоўнага скарыстання іх прадпрыемствамі

рэгіёнаў. ТВК з'яўляюцца адной з даволі складаных арганізацыйных праблем безадходнай вытворчасці, але за імі будучыня, без іх цяжка сабе ўявіць экалагізацыю вытворчасці.

У міжнароднай "Дэкларацыі аб малаадходнай і безадходнай тэхналогіі і скарыстанні адходаў" звяртаецца ўвага на прадухіленне і скарачэнне забруджвання навакольнага асяроддзя ў пачатку, а не ў канцы тэхналагічнага ланцужка. Пры гэтым іерархія прыярытэтаў выглядае наступным чынам:

прадухіленне з'яўлення крыніцы забруджвання

скарачэнне аб'ёмаў крыніц забруджвання

утылізацыя

раздзяленне і канцэнтраванне адходаў

рэкуперацыя энергіі / рэгенерацыя матэрыялаў

спальванне / перапрацоўка адходаў

канчатковае выдаленне адходаў

Канчатковай мэтай безадходнай вытворчасці з'яўляецца максімальна магчымае задавальненне чалавека без пагаршэння асяроддзя пражывання. Але каб весці гаворку аб якасці навакольнага асяроддзя, неабходна мець навукова абгрунтаваную сістэму маніторынгу яго стану.

Такім чынам, падкрэсліваецца неабходнасць укладання сродкаў у навукова-тэхналагічныя распрацоўкі, накіраваныя на стварэнне новых тэхналогій альбо ўдасканаленне існуючых, якія дазволяць знізіць колькасць ці прадухіліць стварэнне адходаў наогул, а не на барацьбу з імі.

Для дасягнення мэты чыстай вытворчасці неабходны адпаведныя заканадаўчыя і іншыя меры, выкарыстанне вопыту дасягненняў замежных тэхналогій. Напрыклад, у некаторых краінах ствараецца канцэпцыя, у адпаведнасці з якой уся адказнасць за вытворчасць прадукцыі на працягу ўсяго яе жыццёвага цыкла (сыравіна—вытворчасць—прадукцыя—другасная сыравіна) ускладаецца на яе вытворца.

8.6. МАНІТОРЫНГ СТАНУ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ

8.6.1. Асноўныя паняцці

Змяненне стану біясферы адбываецца пад уплывам як натуральных, так і антрапагенных фактараў. Але хуткасць і вынікі змяненняў пад уплывам гэтых фактараў не аднолькавыя. Як правіла, вынікі натуральнага ўздзеяння характарызуюцца вельмі малой хуткасцю (стагоддзі, тысячагоддзі і г.д.) і часта з'яўляюцца зваротнымі. Змяненне стану біясферы пад уплывам антрапагенных фактараў звычайна адбываецца з вялікай хуткасцю (гады) і рэдка носіць зваротны характар.

У апошнія дзесяцігоддзі ва ўсім свеце назіраецца значны негатыўны ўплыў на стан біясферы ў выніку бескантрольнай эксплуатацыі прыроды. Гэта пагаршае ўмовы жыцця чалавека альбо наогул пагражае яго існаванню. Для прадухілення негатыўных вынікаў прыродакарыстання неабходна стварэнне сістэмы назіранняў і ўліку змяненняў у навакольным асяроддзі з мэтай захавання яго якасці. Акрамя таго неабходна прагназаваць змяненні ў навакольным асяроддзі і звязаныя з імі экалагічныя наступствы.

У 1972 г. у Стакгольме на канферэнцыі ААН па ахове навакольнага асяроддзя прапанавана *сістэма назірання за элементамі навакольнага асяроддзя ў прасторы і часе ў адпаведнасці з вызначанай праграмай і мэтамі*, якую называюць маніторынгам.

У 1974 г. на 1-й міжурадавай нарадзе па маніторынгу былі выкладзены палажэнні і мэты праграмы Глабальнай сістэмы маніторынга навакольнага асяроддзя (ГСМНА).

Але для кіравання прыродакарыстаннем і прадухілення негатыўных адхіленняў у якасці навакольнага асяроддзя неабходна вырашыць, менавіта якое асяроддзе з'яўляецца аптымальным для жыццядзейнасці чалавека. Аптымальнасць пры гэтым павінна ацэньвацца па сукупнасці канкрэтных паказчыкаў якасці навакольнага асяроддзя. Пад якасцю асяроддзя трэба разумець сукупнасць параметраў, якія поўнасцю адпавядаюць экалагічнай нішы чалавека.

Відавочна, што для гэтага павінны быць азначаны дапушчальныя антрапагенныя нагрузкі на навакольнае

асяроддзе, перавышэнне якіх пагоршыць яго якасць і складзе пагрозы для жыцця чалавека і ўсёй прыроды наогул.

Пры назіранні за якасцю асяроддзя патрабуецца пастаянная адпаведная ацэначная інфармацыя. Каб карыстацца такой інфармацыяй, неабходна таксама мець нейкую "кропку адліку", якой адпавядаюць некаторыя параметры асяроддзя, не падвергнутага лакальнаму антрапагеннаму ўздзеянню. Такую якасць асяроддзя звычайна называюць фонавай.

Выкананне праграмы маніторынга патрабуе выяўлення так званых крытычных звёнаў у экасістэмах і дакладнай іх характарыстыкі, вызначэння паказчыкаў найбольшага ўздзеяння на асяроддзе і крыніц такога ўздзеяння. Валодаючы гэтай інфармацыяй, сістэма маніторынга навакольнага асяроддзя дазваляе не толькі назіраць за ім, але і папярэджваць магчымыя крытычныя сітуацыі, шкодныя альбо небяспечныя для здароўя як чалавека, так і іншых жывых арганізмаў.

Такім чынам с дапамогай сістэм маніторынга ўзнікае магчымасць уплываць на стан прыроднага асяроддзя.

8.6.2. Усебаковы аналіз стану навакольнага асяроддзя

Каб лепш уявіць сабе ролю і месца маніторынга ў сістэме кіравання якасцю асяроддзя жыццядзейнасці чалавека, неабходна звярнуцца да ўсебаковага аналізу стану прыроднага асяроддзя. Асноўнай мэтай такога аналізу з'яўляецца вывучэнне аспектаў магчымага ўздзеяння разнастайных фактараў на элементы біясферы, далейшых іх наступстваў і прыняцця рашэнняў. Такі аналіз патрабуе сумесных намаганняў спецыялістаў і вучоных рознай кампетэнцыі, вывучэння ўсіх відаў узаемадзеяння чалавека з прыродай. Аптымізацыя гэтага ўзаемадзеяння падразумявае спыніць наогул альбо мінімізіраваць негатыўныя наступствы антрапагеннага ўздзеяння з улікам экалагічных і эканамічных патрабаванняў. Трэба ўлічваць, што навукова-тэхнічны прагрэс не з'яўляецца разбуральным фактарам для біясферы. Разбурэнне прыроднага асяроддзя адбы-

ваецца ў выніку памылак у сацыяльна-эканамічнай, тэхнічнай і палітычнай дзейнасці дзяржаў.

Акрамя разбуральных адносін чалавека да прыроды у наш час існуе і іншы тып узаемаадносін, які ўключае наступныя віды ўзаемадзеяння:

маніторынг навакольнага прыроднага асяроддзя;

рэгуляванне якасці НА ў інтарэсах чалавека;

распрацоўка і рэалізацыя рашэнняў па кіраванню буйнымі гаспадарчымі і прыроднымі комплексамі.

Такім чынам, усебаковы аналіз прыроднага асяроддзя ўтрымлівае пытанні арганізацыі маніторынга і рэгуляванне якасці НА.

Для выпрацоўкі стратэгіі аптымізацыі ўзаемадзеяння чалавека з прыродай неабходна вырашыць шэраг пытанняў. Якую якасць навакольнага асяроддзя лічыць "добрай" і прымальнай? Што з'яўляецца крытэрыямі якасці НА? Якія меры выбраць у якасці прыярытэтных, каб паменшыць экалагічную страту? Якім тэрыторыям удзяляць больш увагі: чыстым ці забруджаным? Якія меры па рэгуляванню якасці НА з'яўляюцца найбольш мэтазгоднымі з погляду эканамічных і сацыяльных эфектаў? Што для грамадства найбольш важна: эканамічныя ці экалагічныя праблемы?

Існуюць і іншыя пытанні, але відавочна, што для адказаў на іх патрабуецца шмат інфармацыі, часам складанай і нятаннай. Таму важна вызначыць напрамкі даследаванняў і крыніцы патрэбных звестак. *У навукова-даследчай практыцы ўсебаковы аналіз прыроднага асяроддзя ўмоўна падзяляюць на шэсць блокаў.* Кожны з іх уключае частку даследаванняў у адпаведнасці са спецыфікай спецыялістаў, але ў межах агульнай праграмы ўсебаковага аналізу.

Першы блок — аналіз рэакцый экасістэмы на ўздзеянне, аналіз наступстваў ад уздзеяння, а таксама выяўленне крытычных фактараў уздзеяння і найбольш слабых элементаў біясферы.

Другі блок — вызначэнне дапушчальных экалагічных ўздзеянняў і нагрузак як для асобных арганізмаў і экасістэмы, так і для ўсёй біясферы.

Трэці блок — вызначэнне дапушчальных нагрузак з эколага-эканамічнага погляду з улікам суадносін "затраты — выгоды".

Чацвёрты блок — выпрацоўка крытэрыяў, накіраваных на абмежаванне крыніц уздзеяння, паслабленне эфектаў уздзеяння.

Пяты блок — устанаўленне норм на выкіды, крыніцы ўздзеяння.

Шосты блок — аналіз інфармацыі іншых блокаў, распрацоўка тэхнічных прыёмаў і сродкаў па ахове навакольнага асяроддзя ад забруджвання.

Усю ўваходную інфармацыю для работы гэтых блокаў пастаўляюць сістэмы маніторынга, матэматычнага мадэліравання, некаторых лабараторных і натурных эксперыментаў. Такім чынам, маніторынг стану навакольнага асяроддзя з'яўляецца неабходнай, а іншы раз і асноўнай часткай усебаковага аналізу, накіраванага на стварэнне гарманічных адносін чалавека з прыродай.

8.6.3. Асноўныя пытанні рэгулявання якасці навакольнага асяроддзя

Усебаковы аналіз НА дазваляе ўлічваць усе віды ўздзеяння на біясферу і разам з маніторынгам аптымізаваць узаемадзеянне чалавека з асяроддзем і стварацьпраграму рэгулявання якасці НА. Такая праграма патрабуе ведаў аб дапушчальных узроўнях забруджвання прыроднага асяроддзя, якія не ўплываюць негатыўна на чалавека і наогул на ўсё жывое. Паняцце дапушчальнай нагрузкі на НА вельмі складанае. Любая нагрузка ў экасістэме, узнікшая ў выніку нейкага ўздзеяння і здольная вывесці сістэму з яе прыроднага стану, называецца *экалагічнай нагрузкай*. Адсюль, *дапушчальная нагрузка* тая, якая не выклікае непажаданых негатыўных наступстваў як у любых жывых арганізмах, так і ў біягеацэнозах, а таксама не пагаршае якасці прыроднага асяроддзя.

Стратэгія аховы навакольнага асяроддзя можа будавацца на наступных падыходах:

абмежаваннях, якія трымаюцца на абавязковым захаванні норм якасці асяроддзя;

абмежаваннях, рэгулюючых выкіды забруджвальных рэчываў у НА;

эканамічных абмежаваннях з аналізам затрат і шкоды;

абмежаваннях на падставе ўсебаковага аналізу НА.

Лепшым і навукова абгрунтаваным з'яўляецца апошні падыход, але ён доўгачасовы і дарагі. Таму ў наш час у асноўным карыстаюцца першым і другім падыходамі. Абмежаванне забруджвання НА магчыма здзейсніць некалькімі шляхамі. А рэгуляванне якасці асяроддзя можна ажыццявіць толькі шляхам нарміравання і кантролю гранічна дапушчальных выкідаў (ГДВ) усіх крыніц забруджвання. У гэтай справе вялікая роля належыць арганізацыі сістэм маніторынга, якія павінны дапамагчы акрэсліць найбольш магутныя крыніцы забруджвання і рэчывы, небяспечныя для ўсёй біясферы. Падобныя даследаванні неабходна распаўсюджваць не толькі на дзеючыя прадпрыемствы, але і на праектуемыя.

У якасці крытэрыяў абмежавання выкідаў забруджванняў у НА можна прапанаваць гранічна дапушчальныя канцэнтрацыі (ГДК) альбо любыя іншыя колькасці рэчываў у адпаведным раёне, якія не перавысяць гранічна дапушчальную экалагічную нагрузку (ГДЭН). Такім чынам можна нарміраваць нагрузку на элементы біясферы альбо на ўсю біясферу. Аднак трэба адзначыць, што выпрацоўка норм ГДВ не з'яўляецца адзіным і універсальным падыходам. Напрыклад, ужываюць нормы выкідаў на адзінку выробленай прадукцыі, для транспартных сродкаў разлічваюць норму выкідаў на адзінку шляху прабегу і г.д.

Важную ролю ў рэгуляванні якасці НА адыгрывае эколага-эканамічны падыход з выкарыстаннем усебаковага аналізу НА. Прыродакарыстанне заўсёды вядзе да змяненняў у прыродным асяроддзі. Таму каб захаваць НА, чалавек павінен захоўваць (ствараць) біяцэнозы, здольныя да самарэгулявання ва ўмовах антрапагенных уздзеянняў. Для правільнага выбару прыярытэтаў у рэгуляванні якасці НА неабходна стварэнне сістэмы маніторынга на ўсіх узроўнях.

Наогул паслядоўнасць дзеянняў па рэгуляванню якасці навакольнага асяроддзя з улікам сацыяльна-эканамічных фактараў магчыма прадставіць наступным чынам:

арганізацыя маніторынга забруджванняў на ўсіх узроўнях уздзеяння;

ацэнка ўзнікаючых нагрузак на чалавека і экасістэмы цалкам;

прагноз антрапагенных уздзеянняў на біясферу (на надвор'е, клімат і г.д.);

ацэнка эканамічнай, экалагічнай і эстэтычнай шкоды навакольнаму асяроддзю ад уздзеянняў;

нарміраванне ўздзеянняў і нагрузак на аб'екты біясферы;

вызначэнне прыярытэтных напрамкаў у ахове НА з улікам фактычнага стану;

тэхнічныя і тэхналагічныя пераўтварэнні прамысловых комплексаў;

развіццё гаспадаркі рэгіёнаў з улікам іх экалагічных рэзерваў і эканамічных магчымасцей;

вызначэнне маштабаў развіцця некаторых напрамкаў антрапагеннай дзейнасці з улікам эколага-эканамічных абмежаванняў.

Для рэгулявання якасці НА ўводзіцца паняцце эканамічнага стымула забруджвання, што адпавядае такому ўзроўню забруджвання, які прыводзіць да мінімальных рэгіянальных страт. Пры вызначэнні оптымуму адшукваюцца мінімальныя затраты на ахову НА пры максімальным эфекце прадухілення страт ад забруджвання. З гэтай мэтай распрацоўваюцца розныя мадэлі будучага стану НА, але ўсе яны павінны адпавядаць наступным прынцыпам:

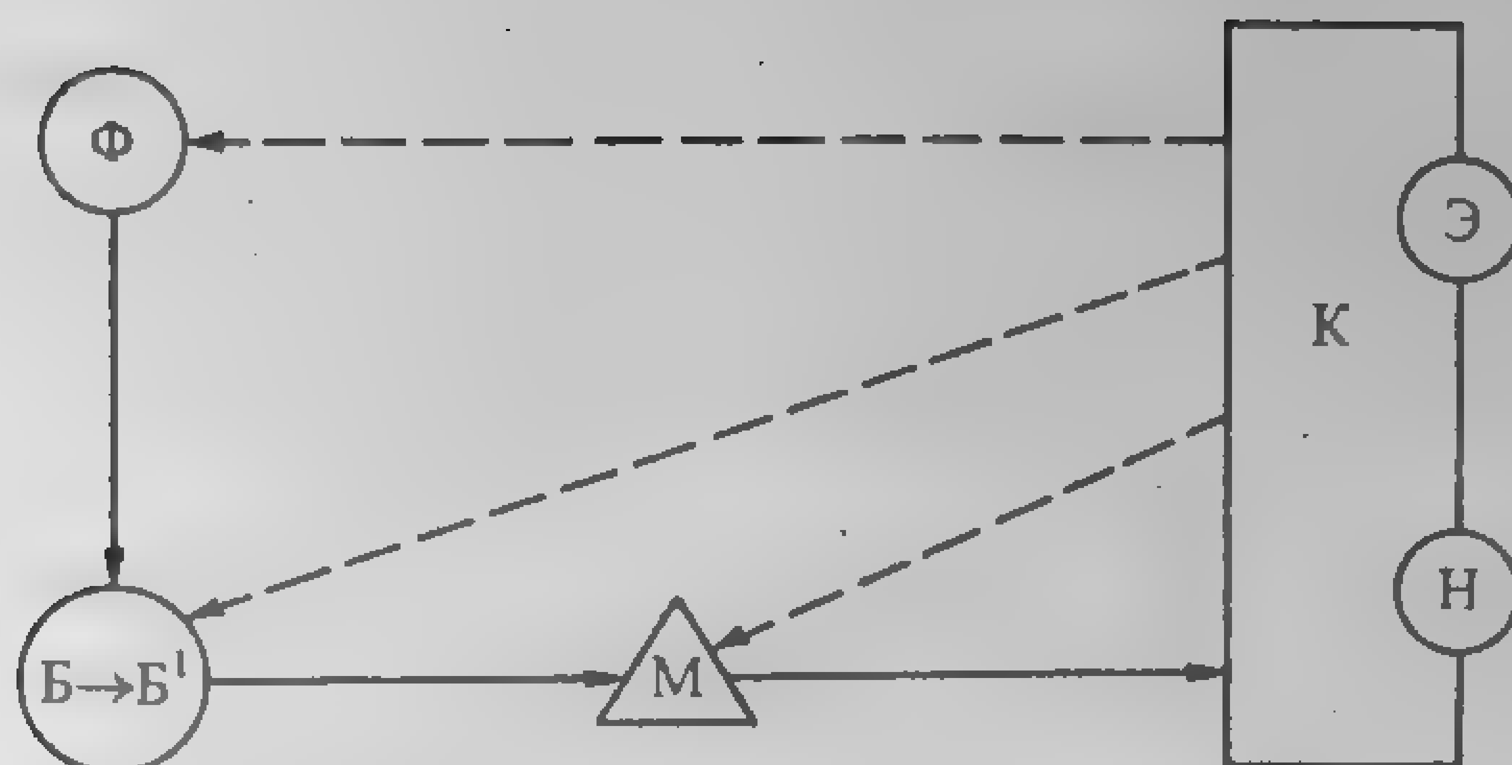
не пагаршаць экалагічных абставін;

не дапускаць незваротных парушэнняў у прыродным асяроддзі;

максімальна набліжацца да аптымальнага стану НА.

Для ажыццяўлення гэтых прынцыпаў патрабуецца навукова абгрунтаваная дзейсная сістэма маніторынга.

Месца маніторынга ў сістэме кіравання станам прыроднага асяроддзя можна ўявіць з мал. 8.3. На ім паказана, што пад уздзеяннем знешняга фактару А элемент біясферы са стану Б пераходзіць у стан $Б^1$. З дапамогай сістэмы маніторынга (М) гэта ўздзеянне і звязанае з ім змяненне фіксуецца і перадаецца ў блок кіравання (К). Для атрымання дадатковай інфармацыі ад сістэм маніторынга і перадачы каманд блок кіравання мае зваротныя сувязі. Пасля ацэнкі ўздзеяння з блоку (К) накіроўваюцца (па меры неабходнасці) эканамічныя (Э) і навукова-тэхнічныя (Н) меры як на фактар уздзеяння, так і на элемент біясферы Б. Такім чынам, мані-



Мал. 8.3. Сувязь маніторынга з сістэмай кіравання навакольным прыродным асяроддзем:
Ф — фактар уздзеяння; *Б—Б*¹ — элементы біясферы; *К* — блок кіравання; *Н* — навуковыя магчымасці; *Э* — эканамічныя; *М* — маніторынг.

торынг дазваляе ўстанавіць і ацаніць уздзеянне, а таксама прыняць рашэнне да ўстаранення альбо змяншэння негатыўнага эфекту ўздзеяння на элемент біясферы.

8.6.4. Асноўныя задачы, структурныя схемы і класіфікацыя маніторынга

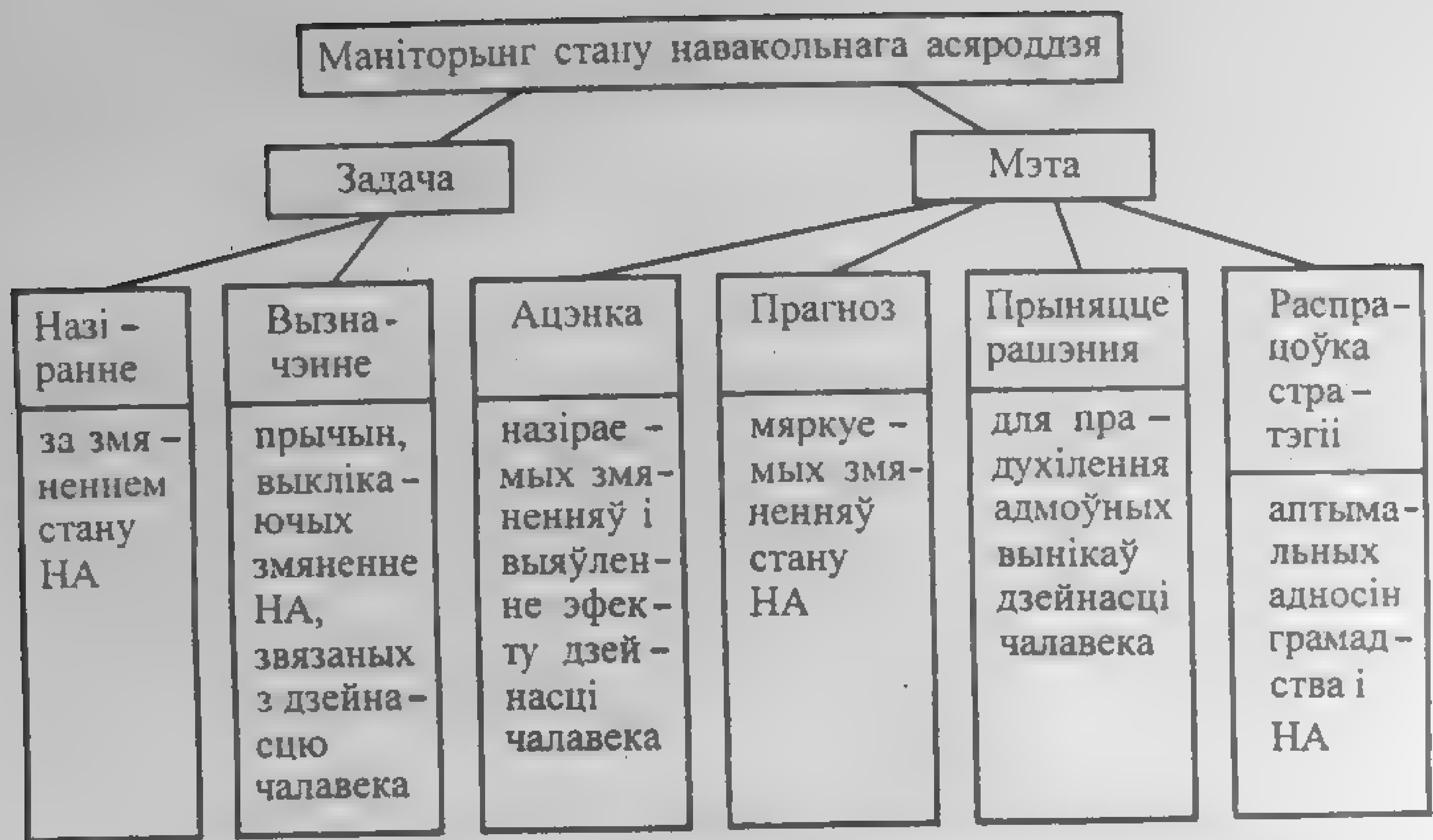
Стварэнне сучасных сістэм маніторынга — вельмі складаная праблема з-за вялікай колькасці пытанняў, якія яны павінны вырашаць. Умоўна асноўныя задачы і мэты любой сістэмы маніторынга паказаны на мал. 8.4.

Сістэмы маніторынга могуць ахопліваць як лакальныя раёны, так і ўсю планету цалкам. Сістэму маніторынга ў рамках адной дзяржавы называюць *нацыянальным маніторынгам*. Яго асноўнай мэтай з'яўляецца атрыманне і выкарыстанне інфармацыі ў нацыянальных інтарэсах, але ён з'яўляецца падсістэмай глабальнага маніторынга.

Такім чынам, *маніторынг з'яўляецца інфармацыйнай сістэмай, якая займаецца назіраннем за станам біясферы; ацэнкай і прагнозам яе стану; вызначэннем фактараў і крыніц, а таксама і ступені іх уздзеяння.*

Працэдурную частку маніторынга можна вызначыць у выглядзе ланцужка: вымярэнне—аналіз—апісанне—мадэліраванне—аптымізацыя.

Найбольш універсальным падыходам пры вызначэнні структуры сістэмы маніторынга антрапагенных змяненняў прыроднага асяроддзя з'яўляецца раз'яднанне яго на блокі (мал. 8.5).



Мал. 8.4. Асноўныя задачы і мэты маніторынга:
***НА* — навакольнае асяроддзе.**

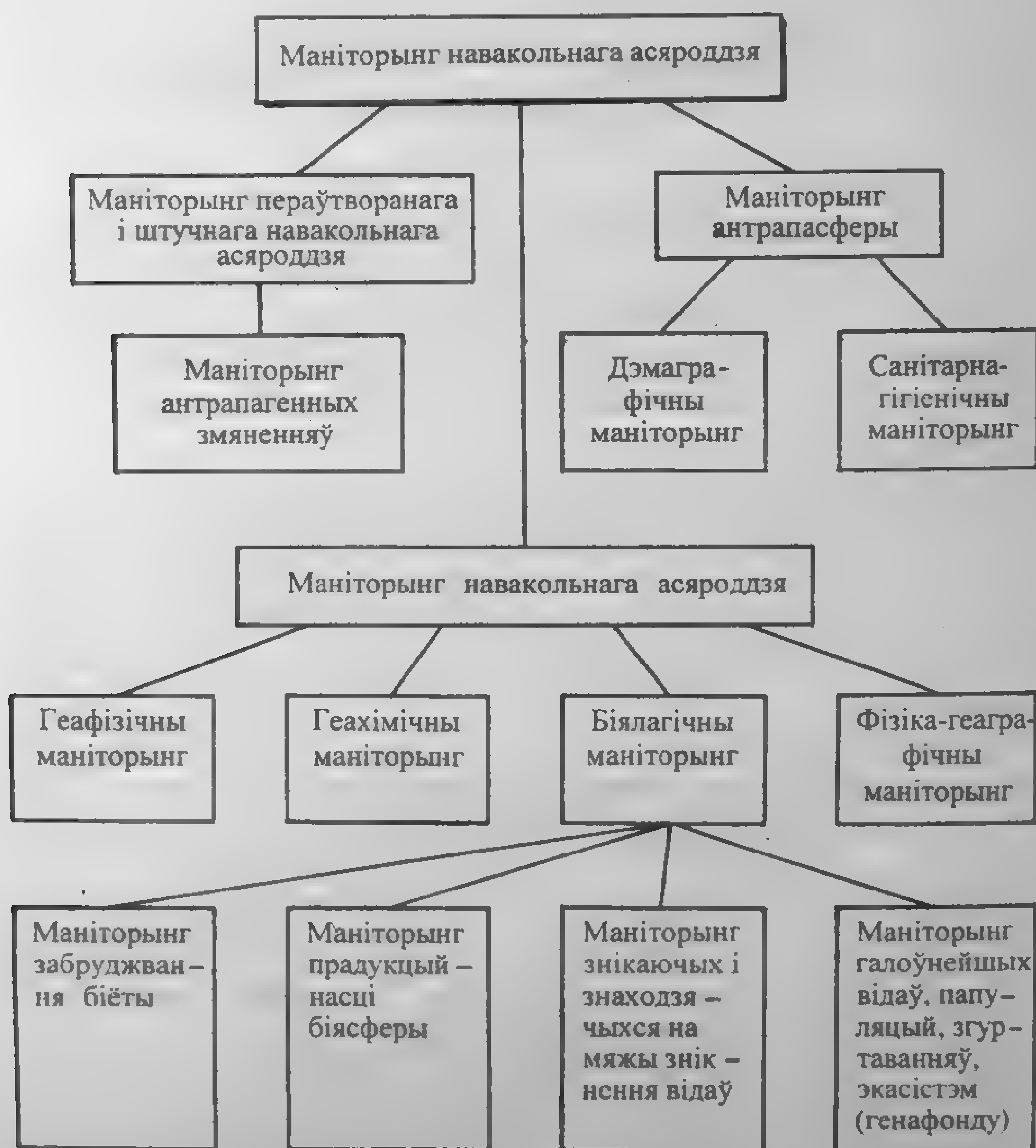
На малюнку бачны прамыя і зваротныя сувязі паміж блокамі, з якіх плануецца як назіранне, так і кіраванне якасцю асяроддзя. Пры ацэнцы ўлічваецца страта ад уздзеяння, выбар аптымальных умоў для чалавечай дзейнасці і вызначэнне экалагічных рэзерваў. Пры гэтым зыходзяць з дапушчальных нагрузак на навакольнае асяроддзе.

Як вядома, пад навакольным асяроддзем разумеюць сукупнасць натуральных і штучных біялагічных, фізічных, хімічных, а таксама сацыяльных фактараў, здольных аказваць прамое альбо ўскоснае ўздзеянне на стан абіятычных і біятычных кампанентаў біясферы і чала-

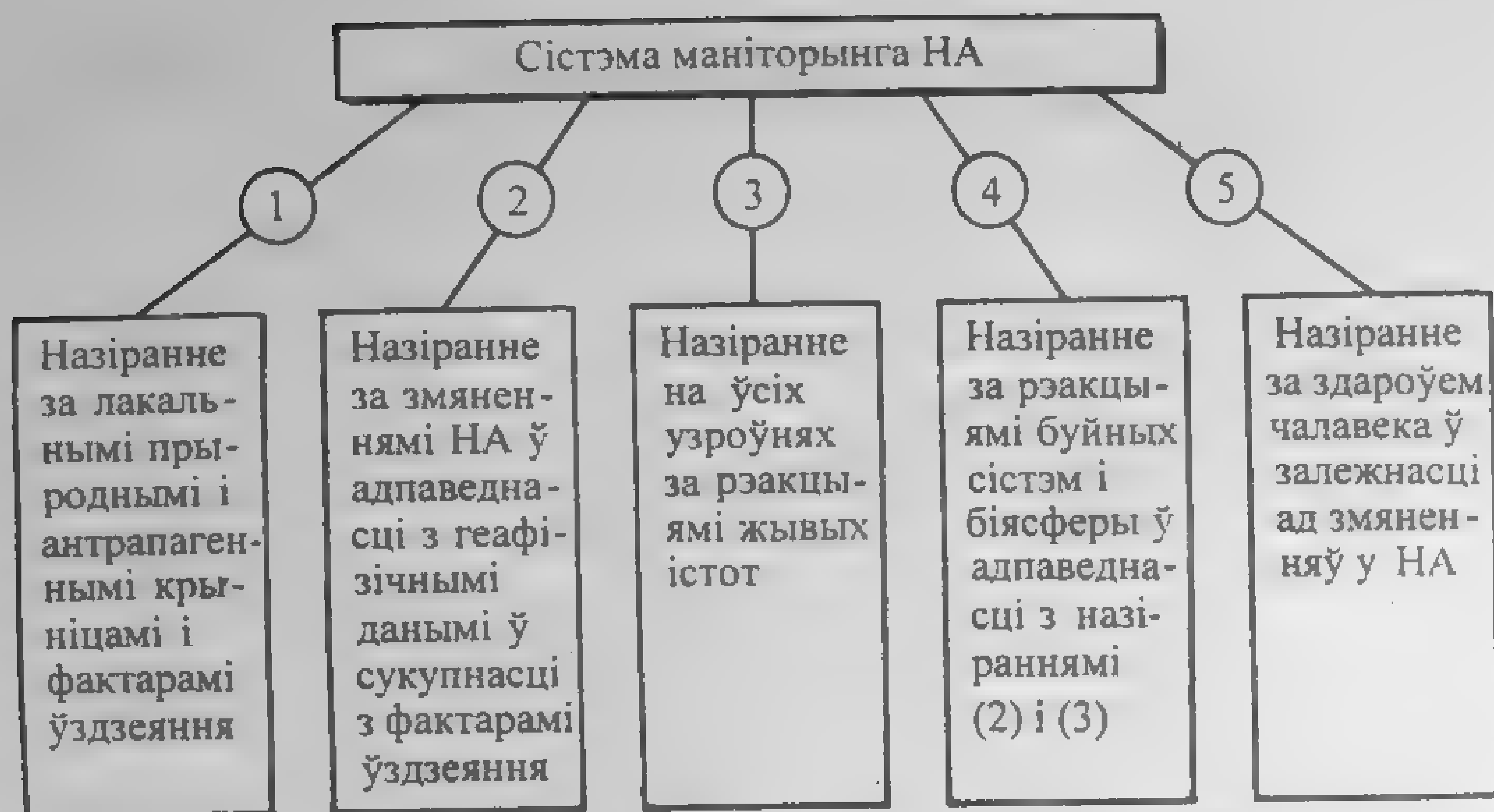
Мал. 8.5. Блок-схема сістэмы маніторынга:
(———>) — прамыя і (– · ——>) і зваротныя сувязі.

века. Адпаведна маніторынг стану навакольнага асяроддзя змяшчае тры незалежныя элементы: маніторынг навакольнага прыроднага асяроддзя; маніторынг штучнага і пераўтворанага навакольнага асяроддзя; маніторынг антрапасферы (мал. 8.6).

Штучнае навакольнае асяроддзе (тэхнасфера) уключае прадметы і збудаванні, неабходныя ў працэсе працоўнай дзейнасці і абслугоўвання невытворчых патрэб грамадства. Пераўтворанае навакольнае асяроддзе ахоплівае ў асноўным штучныя водныя аб'екты і аграсферу, выкарыстоўваемую для вытворчасці ежы і сыравіны.



Мал. 8.6. Структура маніторынга навакольнага асяроддзя.



Мал. 8.7. Класіфікацыя аб'ектаў даследавання сістэмы маніторынга:
***НА* — навакольнае асяроддзе.**

Пад *антрапасферай* разумеюць насельніцтва Зямлі. Звычайна месцараспалажэнне антрапасферы супадае з распалажэннем тэхна- і аграсферы.

Комплекс антрапагенных фактараў, якія ўздзейнічаюць на прыроднае асяроддзе, вельмі вялікі і ўтрымлівае наступныя віды забруджвання: хімічнае, фізічнае, біялагічнае, цеплавое, а таксама выключэнне аднаўляльных і неаднаўляльных прыродных рэсурсаў. У адпаведнасці з гэтым будуецца і сістэма маніторынга, таму што ўсё пералічанае — аб'екты яе даследаванняў (мал. 8.7).

Пры ажыццяўленні шматмэтавага маніторынга стану навакольнага асяроддзя неабходна арганізацыя шырокай сеткі назіранняў за асабліва важнымі фактарамі ўздзеяння, што вядуць да найбольш сур'ёзных і доўгатэрміновых змяненняў у навакольным асяроддзі, а таксама выяўленне элементаў біясферы, вядучых да разбурэння экасістэмы. Найбольш універсальнай з'яўляецца арганізацыя глабальнай сістэмы маніторынга з аднačасовым вырашэннем задач, звязаных з назіраннямі за імпактным (узровень моцных лакальных антрапагенных уздзеянняў у асабліва небяспечных зонах і месцах), рэгіянальным і фонавым (базавым) узроўнямі. Пры класіфікацыі розных падыходаў мэтазгодна выдзеліць падсістэму назіранняў за рэакцыяй асноўных кампанентаў біясферы: абіятычнай (геафізіч-

ны маніторынг) і біятычнай (біялагічны маніторынг).

Да геафізічнага маніторынга адносіцца вызначэнне рэакцыі абіятычнага кампанента і стану вялікіх сістэм — надвор'я і клімату (маніторынг забруджвання атмасферы, некаторыя метыяралагічныя і гідралагічныя характарыстыкі навакольнага асяроддзя, назіранні за элементамі нежывой часткі біясферы, у тым ліку будынкаў, збудаванняў, канструкцый і г.д.).

Біялагічны маніторынг вырашае задачы па вызначэнню стану біятычнай часткі біясферы, яе водгука на антрапагеннае ўздзеянне на розных узроўнях: малекулярным, клетачным, арганізменным і г.д. Сюды ж адносяцца назіранні за станам біясферы з дапамогай біялагічных індыкатараў. Асаблівае месца ў біялагічным маніторынгу займае генетычны маніторынг, г.зн. назіранне за змяненнем наследных прымет.

Найбольш універсальным з'яўляецца *экалагічны* маніторынг, таму што ён ахоплівае і геафізічны і біялагічны і з'яўляецца падсістэмай маніторынга біясферы. Галоўнай мэтай экалагічнага маніторынга з'яўляецца ацэнка і прагноз стану экасістэмы і ацэнка экалагічнай раўнавагі ў экасістэмах. Экалагічны маніторынг павінен выяўляць змяненні антрапагеннага характару на фоне натуральных флуктуацый. Назіранні праводзяцца на ўсіх узроўнях: арганізменным, папуляцыйным, згуртаванасці, выкарыстоўваючы даныя фізічных, хімічных, біялагічных і іншых даследаванняў. Ацэнку антрапагенных змяненняў можна атрымаць на аснове вымярэння некаторых асобных характарыстык забруджвання біёты і яе рэакцый альбо па бесперапынных інтэгральных паказчыках, атрыманых на вялікай тэрыторыі. Напрыклад, павелічэнне канцэнтрацыі некаторых кампанентаў у азёрнай вадзе вядзе да эўтрафікацыі, што ў сваю чаргу выклікае зніжэнне канцэнтрацыі растворанага ў вадзе кіслароду. Нізкае ўтрыманне ў вадзе кіслароду выклікае скарачэнне колькасці некаторых папуляцый і г.д. Такім чынам, назіранне за эўтрафікацыяй вадаёма — гэта элемент экалагічнага маніторынга.

Другі прыклад. Закісленне паверхневых вод і глебаў кіслымі дажджамі выклікае змяненні ў глебавых працэсах, змяненні відавых саставаў гідрабіёнтаў і г.д. Зна-

чыць, рэакцыі экасістэм таксама магчыма выкарыстаць у экалагічным маніторынгу. Пры гэтым належыць памятаць, што пры экалагічным маніторынгу неабходна ўдзяляць увагу арганізацыі назіранняў за змяненнямі пры рознай інтэнсіўнасці і фонавым маніторынгу.

8.6.5. Асноўныя прынцыпы стварэння сістэмы маніторынга навакольнага асяроддзя на ўсіх узроўнях

Пры стварэнні сістэмы маніторынга на любым узроўні неабходна карыстацца глабальнай канцэпцыяй сістэмы маніторынга навакольнага асяроддзя (ГСМНА), якая была створана ў 1972 г. на Стакгольмскай канферэнцыі ААН па НА. З таго часу канцэпцыя ГСМНА ўдасканалілася, але ў аснове яе захаваліся пастаўленыя мэты:

стварэнне пашыранай сістэмы папярэджвання аб пагрозе здароўю чалавека;

ацэнка глабальнага забруджвання паветра і яго ўплыў на клімат;

ацэнка колькасці і размеркавання забруджванняў у біялагічных сістэмах, асабліва ў харчовых ланцугах;

ацэнка крытычных праблем, якія ўзнікаюць у выніку сельскагаспадарчай дзейнасці і землекарыстання;

ацэнка рэакцый зямных экасістэм на ўздзеянне навакольнага асяроддзя;

ацэнка забруджвання акіяна і ўздзеянне забруджвання на марскія экасістэмы;

стварэнне дасканалай сістэмы папярэджвання аб стыхійных бедствах у міжнародным маштабе.

Акрэсленыя мэты прадугледжваюць супрацоўніцтва на міжнародным, нацыянальным, дзяржаўным і іншых узроўнях і выкарыстоўваюцца з улікам каротка- і доўгатэрміновых планаў для кожнага канкрэтнага раёна. У працэсе ажыццяўлення асноўныя мэты былі аб'яднаны ў дзве вялікія групы:

праблемы ў адносінах да маніторынга забруджванняў;

праблемы ў адносінах да маніторынга аднаўляльных прыродных рэсурсаў.

Мэты ГСМНА пастаянна ўдакладняюцца з улікам узнікнення новых праблем і магчымасцей іх вырашэння.

Канчатковымі мэтамі глабальнага і рэгіянальнага маніторынга ў сістэме ГСМНА з'яўляюцца:

вызначэнне ўзроўняў крытычных забруджвальнікаў у аб'ектах асяроддзя, іх размеркаванне ў прасторы і часе;

вывучэнне велічыні і хуткасцей патокаў забруджвальнікаў і прадуктаў іх пераўтварэння;

забеспячэнне пераходу да адзіных метадаў кантролю якасці асяроддзя з мэтай міжнароднага супрацоўніцтва;

забеспячэнне на ўсіх узроўнях інфармацыяй, неабходнай для прыняцця стратэгіі па кіраванню якасцю асяроддзя.

У наш час у многіх краінах свету дзейнічаюць сістэмы назіранняў і кантролю за забруджваннем асяроддзя.

Для рацыянальнага размяшчэння пунктаў агульнадзяржаўнай службы маніторынга неабходна ўлічваць:

звесткі аб існуючых і магчымых крыніцах забруджвання НА (прамысловае прадпрыемства, сельскагаспадарчая ферма, прамысловы горад і г.д.);

вынікі назіранняў за забруджваннем НА, здабытыя ў папярэднія перыяды;

звесткі аб узроўнях забруджвання прыродных аб'ектаў у іншых краінах для параўнання праблем.

Такая сістэма прадстаўляе інфармацыю аб фонавым стане прыроднага асяроддзя, аб антрапагенных змяненнях у цяперашнім і будучым часе на розных узроўнях уздзеяння — імпактным, прамежным і фонавым.

Агульнадзяржаўная служба маніторынга ствараецца па іерархічным прынцыпе:

першасны пункт кантролю якасці прыродных аб'ектаў;

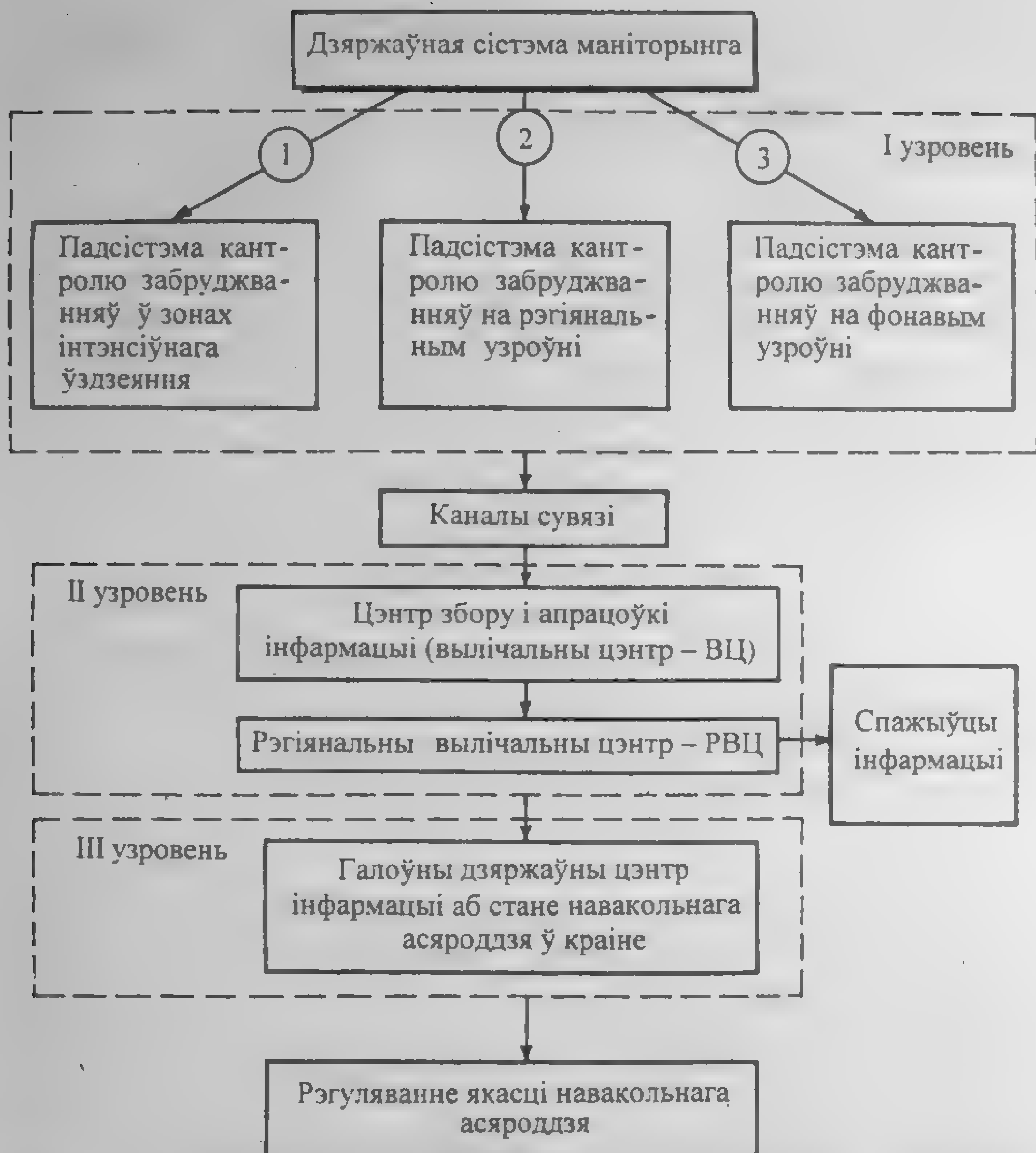
тэрытарыяльны цэнтр;

рэгіянальны цэнтр збору інфармацыі.

Здабытая інфармацыя аб якасці асяроддзя ацэньваецца з погляду ўздзеяння яго на здароўе чалавека, таму служба маніторынга супрацоўнічае з адпаведнымі службамі аховы здароўя.

Дзяржаўную службу маніторынга можна падзяліць на тры вялікія блокі (мал. 8.8).

1. Падсістэма кантролю ў зонах інтэнсіўнага ўздзеяння. У кола яе дзейнасці ўваходзіць кантроль якасці па-



Мал. 8.8. Структурная схема дзяржаўнай сістэмы маніторынга.

ветра гарадоў, прамысловых раёнаў; кантроль рэк, месцаў скіду сцёкавых вод, вадасховішчаў, азёраў у прамысловых раёнах; кантроль забруджванняў з жывёлагадоўчых комплексаў; кантроль глебаў буйных гарадоў, аўтамагістраляў, сельскагаспадарчых угоддзяў і г.д.

2. Падсістэма кантролю забруджванняў на рэгіянальным (прамежным) узроўні. У яе абавязкі ўваходзіць: кантроль забруджвання паветра малых гарадоў і раёнаў, прылягаючых да зон інтэнсіўнай прамысловасці; кантроль забруджвання на вялікіх працягласцях рэк, азёр, глебаў гаспадарчага карыстання.

3. Падсістэма кантролю забруджванняў на фонавым

узроўні. Да яе адносяць назіранні за зонамі, аддаленымі ад любых лакальных крыніц. Напрыклад, назіранні ў біясферных запаведніках.

Назіранні ва ўсіх падсістэмах праводзяцца па спецыяльна распрацаваных праграмах у прасторы і часе. Для выканання гэтых праграм прыцягваюць кваліфікаваныя кадры, сучасныя лабараторыі з адпаведным абсталяваннем. У практыку збора інфармацыі ўсё часцей уключаюць аўтаматычныя станцыі для назірання за забруджваннем паветра і гідрасферы. Для перадачы і апрацоўкі інфармацыі ўжываюцца сучасныя камп'ютэрныя сістэмы. Інфармацыяй аб забруджванні карыстаюцца розныя спажыўцы, напрыклад мясцовыя саветы, органы аховы здароўя, навукова-даследчыя арганізацыі і г.д. Але галоўны спажывец — дзяржаўныя органы, якія ўпаўнаважаны прымаць рашэнні аб кіраванні якасцю асяроддзя ў краіне шляхам прыняцця прыродаахоўных законаў, загадаў, пастаноў і г.д. У адпаведнасці з гэтымі дакументамі распаўсюджваецца дзяржаўная стратэгія кіравання якасцю навакольнага асяроддзя.

Комплексная работа па выпрацоўцы заканадаўчых нарматываў па забруджванню НА і кантролю за выкананнем прынятых норм і стандартаў якасці асяроддзя дазволіць забяспечыць ахову навакольнага прыроднага асяроддзя ад антрапагеннага забруджвання. Таму стварэнне дзяржаўнай сістэмы маніторынга і ўдзел яе ў ГСМНА лічыцца ў наш час неабходным ва ўсіх прамысловых краінах.

Глава 9. ЭКАЛАГІЧНАЯ ЭКСПЕРТЫЗА

9.1. АЦЭНКА ЎЗДЗЕЯННЯ ДЗЕЮЧЫХ І ПРАЕКТУЕМЫХ ПРАМЫСЛОВЫХ ПРАДПРЫЕМСТВАЎ НА НАВАКОЛЬНАЕ АСЯРОДДЗЕ

Тэрмін "ацэнка ўздзеяння на навакольнае асяроддзе" (АУНА) пачаў шырока выкарыстоўвацца ў канцы 80-х гадоў, калі на нацыянальным і міжнародным узроўні быў прыняты шэраг дакументаў ("Канвенцыя аб ацэнцы ўздзеяння на навакольнае асяроддзе ў трансмежавым кантэксце"), рэгламентуючых парадак падрыхтоўкі і прыняцця экалагічна значных рашэнняў у вобласці гас-

падарчай дзейнасці. Трактуючы змест гэтага тэрміна, трэба адзначыць, што ў яго часта ўкладваецца розны сэнс.

У адпаведнасці з міжнароднымі дакументамі АУНА *разглядаецца як новая сістэма падрыхтоўкі і прыняцця экалагічна значных рашэнняў, якая прадугледжвае*:

вывучэнне экалагічных наступстваў розных альтэрнатыўных варыянтаў дасягнення плануемай дзейнасці, уключаючы "нулявы" (адказ ад плануемай дзейнасці), якое праводзіцца да прыняцця рашэння аб пачатку рэалізацыі гэтай дзейнасці;

прагназіраванне "новага" стану навакольнага асяроддзя пасля рэалізацыі праекта на ўсіх этапах жыццёвага цыкла па разглядаемых варыянтах, у тым ліку і "нулявым";

удзел грамадскасці ў працэсе падрыхтоўкі і прыняцця рашэнняў;

ацэнку наступстваў плануемай гаспадарчай дзейнасці на ўсіх этапах жыццёвага цыкла аб'екта для нармальнага і аварыйных рэжымаў функцыянавання аб'екта.

Вельмі важнымі з'яўляюцца паняцці *жыццёвага цыкла* аб'екта, прадукцыі (вырабу). Пад жыццёвым цыклам аб'екта разумеюць паслядоўнасць этапаў (за выключэннем праектавання) будаўніцтва, уводу ў эксплуатацыю, функцыянавання, вываду з эксплуатацыі (кансервацыі, санацыі, ліквідацыі). Трэба адзначыць, што цяпер часцей за ўсё пры АУНА разглядаюць стадыю функцыянавання, што не дазваляе поўнасцю ацаніць экалагічныя наступствы рэалізацыі праекта.

Аналіз жыццёвага цыкла прадукцыі прадугледжвае разгляд этапаў атрымання сыравіны і матэрыялаў, вытворчасці прадукцыі, яе выкарыстання, утылізацыі (абясшкоджвання, пахавання). Для некаторых відаў вырабаў могуць разглядацца яшчэ стадыі транспарціроўкі, захоўвання. Такі аналіз дазваляе атрымаць дастаткова поўнае ўяўленне аб "цане", якую трэба заплаціць навакольнаму асяроддзю ў выніку арганізацыі вытворчасці канкрэтнай прадукцыі. Ён дазваляе ацаніць узровень "экалагічнасці" канкрэтнага вырабу, прадукцыі і аддаць перавагу таму, які на ўсіх этапах жыццёвага цыкла аказвае мінімальнае ўздзеянне на навакольнае асяроддзе. Улік вынікаў аналізу жыццёвага

цыкла вырабу дазваляе пазбегнуць шэрагу праблем, звязаных з утылізацыяй (абясшкоджваннем) адходаў спажывання.

Працэдура АУНА мае некалькі этапаў. Мэтай першага этапа з'яўляецца распрацоўка канцэпцыі намячаемай дзейнасці і інфармаванне грамадскасці аб яе змесце. Па выніках гэтага этапа ініцыятарам (заказчыкам, арганізатарам) дзейнасці рыхтуецца "Уведамленне аб намерах".

На другім этапе выяўляюцца ўсе магчымыя ўздзеянні будучага народнагаспадарчага аб'екта на навакольнае асяроддзе з улікам прыродных умоў канкрэтнай тэрыторыі. Па выніках гэтага этапа рыхтуецца "Заява (паведамленне) аб уздзеянні на навакольнае асяроддзе", якая прадстаўляецца ўсім зацікаўленым бакам, органам дзяржаўнага кіравання і кантролю, грамадскасці.

На трэцім этапе з дапамогай грамадскіх слуханняў "Заявы аб уздзеянні на навакольнае асяроддзе" выяўляюцца экалагічныя, сацыяльныя, эканамічныя і іншыя наступствы рэалізацыі намячаемай дзейнасці на данай тэрыторыі ў вызначаны адрэзак часу. Па выніках слухання афармляецца "Пратакол грамадскіх слуханняў", на аснове якога выконваецца карэкціроўка праектных рашэнняў, складаецца праграма дадатковых работ. Рэальны ўдзел грамадскасці ў прыняцці рашэнняў забяспечваецца рэалізацыяй Прынцыпа 10 Дэкларацыі Канферэнцыі ААН па навакольнаму асяроддзю і развіццю (Рыа-дэ-Жанейра,1992) і "Кіруючых прынцыпаў па забеспячэнню доступу да экалагічнай інфармацыі і ўдзелу грамадскасці ў працэсе прыняцця рашэнняў у вобласці аховы навакольнага асяроддзя", прынятых Еўрапейскай Эканамічнай Камісіяй ААН.

Карэкціроўка праекта па выніках грамадскіх слуханняў праводзіцца на чацвёртым этапе. Распрацоўваюцца дадатковыя мерапрыемствы, напраўленыя на прадухіленне адмоўных экалагічных і іншых наступстваў.

На пятым этапе рыхтуецца "Заява (паведамленне) аб экалагічных наступствах", у якой утрымліваюцца гарантыі ініцыятара дзейнасці грамадству аб недапушчэнні адмоўных экалагічных і звязаных з імі сацыяльных, эканамічных і іншых наступстваў у выпадку рэалізацыі праекта.

Сістэма АУНА ў практыцы гаспадарчай дзейнасці ў нашай краіне ў поўным аб'ёме яшчэ не ажыццёўлена. Пры стварэнні адпаведнай нарматыўнай базы яна зойме належнае месца ў агульнай сістэме кіравання прыродаахоўнай дзейнасцю.

Трэба адзначыць, што АУНА ўяўляе сабой даволі складаную задачу, таму што патрабуе вялікага аб'ёму рознабаковай інфармацыі аб стане навакольнага асяроддзя і яго прыродных кампанентаў на пачатак работы па праектаванню. Таму ў поўным аб'ёме яна праводзіцца для найбольш буйных аб'ектаў, якія вызначаюцца значным уздзеяннем на навакольнае асяроддзе (буйныя нафтахімічныя комплексы, ЦЭЦ і ЦЭС магутнасцю 300 мВт і болей, будаўніцтва аўтадарог, аўтастрад далёкіх зносін, нафта- і газаправоды вялікага дыяметра, буйныя сховішчы нафты і нафтапрадуктаў, буйныя ачышчальныя збудаванні і аб'екты перапрацоўкі цвёрдых бытавых адходаў і інш.

Зараз пад АУНА часцей за ўсё разумеюць ацэнку ўздзеяння на навакольнае асяроддзе, якая праводзіцца пры экалагічнай экспертызе праектных рашэнняў, якія тычацца выбару пляцоўкі для размяшчэння народнагаспадарчага аб'екта, будаўніцтва і інш.

Рэалізацыя любой сацыяльнай патрэбнасці грамадства, звязанай з неабходнасцю выкарыстання прыродных рэсурсаў (будаўніцтва завода, жылога раёна, кар'ера, аўтамабільнай дарогі ці жывёлагадоўчай фермы), не мінае працэдуры праектавання. Праектаванне з'яўляецца асобным відам творчай інжынернай працы, у ходзе якой ствараецца правобраз уяўляемага аб'екта. Вынікам праектавання з'яўляецца праект—сукупнасць дакументаў для стварэння збудавання, аб'екта, вырабу ці ажыццяўлення плана, схемы, праграмы. Прадметам распрацоўкі ў саставе праекта могуць быць як схемы развіцця і размяшчэння вытворчых сіл дзяржавы, схемы і праекты раённай планіроўкі, так і прамысловыя прадпрыемствы, аб'екты меліярацыйнага і водагаспадарчага будаўніцтва, індывідуальныя жылыя дамы і многае іншае. На стадыі праектавання вызначаюцца тэхналагічныя, тэхнічныя, будаўнічыя, прыродаахоўныя і іншыя рашэнні, якія забяспечваюць устойлі-

вае і бяспечнае функцыянаванне аб'екта ў адпаведнасці з дзеючымі нормамі і правіламі.

Праца па ажыццяўленню намеру стварэння якога-небудзь аб'екта пачынаецца з заявы, у якой абгрунтоўваецца і размяшчэнне аб'екта, змяшчаецца інфармацыя аб плануемай дзейнасці. Пасля ўзгаднення ўмоў праектавання ідзе выбар пляцоўкі пад будаўніцтва, распрацоўваецца заданне на праектаванне, выконваюцца праектна-вышукальніцкія работы. Распрацоўцы праекта папярэднічае складанне прадпраектных дакументаў, у якасці якіх выступае тэхніка-эканамічнае абгрунтаванне (ТЭА) плануемага будаўніцтва ці іншага віда гаспадарчай дзейнасці. ТЭА для аб'ектаў вытворчага прызначэння змяшчае матэрыялы па выбару пляцоўкі пад будаўніцтва, генеральны план прадпрыемства, вызначэнне разліковага кошту будаўніцтва. Пры распрацоўцы новых ці складаных аб'ектаў праектаванне паслядоўна праходзіць некалькі стадый.

Склад праекта залежыць ад маштабу і навізны ствараемага аб'екта. Для аб'ектаў вытворчага прызначэння ён змяшчае раздзелы, якія ўключаюць звесткі аб вытворчай праграме, наменклатуры, якасці прадукцыі, сыравіне; план пляцоўкі прадпрыемства і праектныя рашэнні па інжынерных сетках і камунікацыях; апісанне тэхналагічных і будаўнічых рашэнняў; мерапрыемствы па забеспячэнню бяспечных умоў працы, пажарнай бяспекі; дакументацыю па вызначэнню сметнага кошту аб'екта і інш.

У залежнасці ад віду праектнай дакументацыі, маштабу праекта вызначаюцца і экалагічныя абмежаванні, якія накладваюцца на магчымасць дасягнення тых ці іншых мэт прыроднымі ўмовамі рэгіёна, дзе плануецца ажыццявіць тую ці іншую гаспадарчую дзейнасць. У адпаведнасці з законам Рэспублікі Беларусь "Аб ахове навакольнага асяроддзя" ўсе віды праектна-планіровачнай дакументацыі павінны ўтрымліваць матэрыялы аб ацэнцы ўздзеяння гаспадарчай і іншай дзейнасці на навакольнае асяроддзе і прапануемых прыродаахоўных мерапрыемствах.

Мэтай АУНА, якая праводзіцца пры распрацоўцы праектаў, з'яўляецца прадухіленне дэградацыі прыродных тэрытарыяльных комплексаў, а таксама ўзнаўлен-

не і паляпшэнне прыроднага асяроддзя ў раёнах са складанай экалагічнай сітуацыяй.

Цяжкасць АУНА заключаецца ў складанасці колькаснай ацэнкі ўзроўню ўздзеяння аб'екта на навакольнае асяроддзе. У наш час у якасці экалагічных нарматываў выкарыстоўваюцца санітарна-гігіенічныя нарматывы (санітарныя рэгламенты), якія забяспечваюць ахову здароўя чалавека, належныя ўмовы працы і адпачынку. У меншай ступені распрацаваны ці зусім адсутнічаюць нарматывы і рэгламенты, якія забяспечваюць ахову жывёльнага і расліннага свету, экалагічных сістэм у цэлым.

Пры экалагічным падыходзе да вызначэння дапушчальных нагрузак на тэрыторыю, экасістэму трэба ўлічваць уздзеянне шкодных фактараў не на адзінкавы арганізм, а на біяцэноз і экасістэму ў цэлым. Галоўным крытэрыем пры гэтым выступае стабільнасць (устойлівасць) сістэмы. Для кожнай экасістэмы павінны быць выяўлены свае крытэрыі якасці прыроднага асяроддзя, якія залежаць ад экалагічнага рэзерву гэтай экасістэмы і экалагічных магчымасцей рэгіёну. Экалагічны рэзерв экасістэмы можа быць ахарактарызаваны гранічна дапушчальнай экалагічнай нагрузкай (ГДЭН) забруджвання на канкрэтную тэрыторыю. Гэта такая нагрузка, пры якой антрапагенны ціск адпавядае біяхімічнай актыўнасці і фізічнай устойлівасці прыроднага асяроддзя. Нармальнае функцыянаванне ва ўмовах забруджвання магчыма пры ўмове неперавышэння ГДЭН. Ужо вызначаны агульныя прынцыпы абгрунтавання ГДЭН, якія рэалізуюцца праз распрацоўку канцэпцыі асіміляцыйнай ёмістасці экасістэм. Для абгрунтавання ГДЭН патрэбен усебаковы аналіз навакольнага прыроднага асяроддзя, асновай якога з'яўляецца маніторынг — сістэма доўгатэрміновага назірання за ўзроўнем забруджвання.

У праектах і схемах раённай планіроўкі матэрыялы АУНА змяшчаюцца ў раздзеле "Ахова навакольнага асяроддзя і рацыянальнае выкарыстанне прыродных рэсурсаў". Ў гэтым раздзеле змяшчаюцца матэрыялы па наступных пытаннях: экалагічная характарыстыка тэрыторыі; ахова атмасфернага паветра; ахова паверхневых і падземных вод; ахова глебы і расліннага пок-

рыва; узнаўленне парушаных зямель (рэкультывацыя); паляпшэнне санітарна-эпідэміялагічных умоў; ахова жывёльнага свету; ахова навакольнага асяроддзя ад уздзеяння шуму, электрамагнітных ваганняў і цеплавога забруджвання; ахова памятнікаў прыроды, гісторыі і культуры; фарміраванне сістэмы ахоўваемых тэрыторый; фарміраванне адзінай сістэмы зялёных насаджэнняў; захаванне і паляпшэнне ландшафту; інжынерна-экалагічнае заніраванне і комплексная схема аховы навакольнага асяроддзя.

У праекце на новае будаўніцтва прамысловага прадпрыемства раздзел "Ахова навакольнага асяроддзя" можа змяшчаць падраздзелы: "Ахова атмасфернага паветра ад забруджвання і фізічных выпраменьванняў"; "Ахова паверхневых і падземных вод ад забруджвання і вычарпання"; "Узнаўленне (рэкультывацыя) зямельнага ўчастка, выкарыстанне ўрадлівага слоя глебы"; "Эканамічная эфектыўнасць прыродаахоўных мерапрыемстваў".

З прыведзенай інфармацыі можна бачыць, што чым больш маштабны праект, тым больш поўна і дэталёва разглядаюцца ў ім пытанні, звязаныя з аховай навакольнага асяроддзя. Аднак гэта не гарантуе экалагічную бяспеку пры ажыццяўленні праекта, што абумоўлена як аб'ектыўнымі (нястача інфармацыі аб уздзеянні аб'екта на навакольнае асяроддзе), так і суб'ектыўнымі (зацікаўленасць праекціроўшчыка і заказчыка праекта ў яго ажыццяўленні) прычынамі.

Ацаніць магчымыя экалагічныя і сацыяльна-эканамічныя наступствы здзяйснення праектаў, абгрунтаванасць і дастатковасць прапаноўваемых мерапрыемстваў па ахове навакольнага асяроддзя прызвана экалагічная экспертыза. Акрамя праектна-планіровачнай дакументацыі экалагічнай экспертызе падлягаюць дзеючыя прадпрыемствы і іншыя аб'екты, экалагічны стан асобых рэгіёнаў, сістэмы і аб'екты, рэалізацыя (эксплуатацыя) якіх можа прывесці да парушэння норм экалагічнай бяспекі.

Дзяржаўную экалагічную экспертызу ў Рэспубліцы Беларусь праводзяць спецыялізаваныя экспертныя падраздзяленні, якія ўваходзяць у склад Міністэрства прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя, з удзелам спецыялістаў НДІ, ВНУ, грамадскасці. Пара-

дак правядзення экалагічнай экспертызы ўстаноўлены Законам Рэспублікі Беларусь "Аб дзяржаўнай экалагічнай экспертызе".

Па выніках правядзення дзяржаўнай экалагічнай экспертызы выдаецца заключэнне, якое змяшчае ацэнку экалагічнай бяспекі плануемай гаспадарчай ці іншай дзейнасці і вывады аб мэтазгоднасці яе рэалізацыі. Пры выдачы адмоўнага заключэння могуць вызначацца ўмовы, пры выкананні якіх плануемая дзейнасць будзе магчымай.

Апісаны парадак правядзення дзяржаўнай экалагічнай экспертызы, калі разгляду і ацэнцы належыць гатовы праект, мае сур'ёзны недахоп. Ён заключаецца ў неапраўданых матэрыяльных выдатках, звязаных з распрацоўкай праектаў, якія не прайшлі экспертызу, і дапрацоўкай і перапрацоўкай праектаў па выніках экспертызы.

Дзяржаўнай экалагічнай экспертызай Рэспублікі Беларусь штогод разглядаецца каля 4500 праектных матэрыялаў, з якіх каля 30% адхіляецца і адпраўляецца на дапрацоўку ў сувязі з недастатковай аргументаванасцю рашэнняў па рацыянальнаму выкарыстанню прыродных рэсурсаў і ахове навакольнага асяроддзя. Таму ставіцца задача ўцягнення экалагічнай экспертызы ў працэс праектавання на ўсіх яго стадыях, калі вынікі АУНА будуць кантраляваца і ўзгадняцца паэтапна.

9.2. САНІТАРНА-ГІГІЕНІЧНЫЯ ПАТРАБАВАННІ ПРЫ ПРАЕКТАВАННІ І ЭКСПЛУАТАЦЫІ ПРАМЫСЛОВЫХ ПРАДПРЫЕМСТВАЎ

Выкананне ў будучым экалагічных абмежаванняў забяспечваецца ў тым выпадку, калі распрацоўка праектных матэрыялаў вядзецца ў адпаведнасці з прыродаахоўнымі нормамі і правіламі праектавання і будаўніцтва, выкананне якіх прыродакарыстальнікам пры ажыццяўленні сваёй гаспадарчай дзейнасці прадухіляе разбурэнне і дэградацыю прыродных тэрытарыяльных комплексаў і прыродных геасістэм. Прыродаахоўныя нормы і правілы праектавання і будаўніцтва — вынік пераўтварэння агульных патрабаванняў прыродаахоўнага заканадаўства ў сістэму рэгламентаў, якія змяшчаюцца ў нарматыўна-прававой, інструктыўна-мета-

дычнай і нарматыўна-тэхнічнай дакументацыі па вядзенню гаспадарчай дзейнасці і якія дазваляюць ажыццявіць размяшчэнне, будаўніцтва, эксплуатацыю і ліквідацыю будучых і дзеючых прадпрыемстваў з улікам экалагічнага фактару. Асновай прыродаахоўных норм і правіл гаспадарчай дзейнасці з'яўляюцца экалагічна абгрунтаваныя і заканадаўча ўстаноўленыя велічыні гранічна дапушчальнага ўздзеяння на навакольнае асяроддзе. Праз нормы і правілы, якія змяшчаюцца ў нарматыўна-тэхнічнай дакументацыі па праектаванню і будаўніцтву, ажыццяўляецца прывязка агульных патрабаванняў прыродаахоўнага заканадаўства да канкрэтных умоў гаспадарчага працэсу.

Асноўным нарматыўным дакументам для праектавання з'яўляюцца дзяржаўныя стандарты па праектаванню і будаўніцтву, будаўнічыя нормы і правілы (БНіП), санітарныя нормы праектавання (СН). Гэтыя дакументы змяшчаюць комплекс абмежаванняў, нарматываў, указанняў, абгрунтаваных як папярэднім вопытам праектавання, будаўніцтва і эксплуатацыі адпаведных аб'ектаў, так і навуковымі даследаваннямі.

Пад нарміраванне падлягаюць: умовы размяшчэння прампляцоўкі; аб'ёмна-планіровачныя і канструктыўныя рашэнні вытворчых памяшканняў і іх размяшчэнне на прампляцоўцы; умовы працы ў вытворчых памяшканнях; будова сістэм водазабеспячэння і каналізацыі; умовы захавання прамысловых адходаў і многае іншае. Разгледзім прыклады выкарыстання нарматываў, якія рэгламентуюць ахову і прадухіленне забруджвання паветранага басейна і паверхневых вадаёмаў.

Як адзначалася вышэй, у наш час у якасці асновы для распрацоўкі сістэмы экалагічных абмежаванняў выкарыстоўваюцца санітарна-гігіенічныя нарматывы, напрыклад, пры выбары пляцоўкі пад будаўніцтва рэгламентуецца адлегласць, узаемнае размяшчэнне жылых раёнаў і прамысловых зон. У залежнасці ад саставу і колькасці выкідваемых аб'ектамі ў навакольнае асяроддзе шкодных і непрыемна пахнучых рэчываў, узроўню шуму, вібрацыі, электрамагнітнага і іанізіруючага выпраменьванняў і іншых фактараў яны павінны аддзяляцца ад жылой забудовы санітарна-ахоўнымі зонамі (САЗ). Памер нарматыўнай САЗ складае ад 50 да 1000 м.

Мінімальны памер САЗ адпавядае прадпрыемствам, якія па санітарнай класіфікацыі прадпрыемстваў і вытворчасцей адносяцца да V класа, максімальны — да I класа. Да I класа, напрыклад, адносяцца прадпрыемствы па вытворчасці азотных угнаенняў, сернай кіслаты, цэменту, калійныя камбінаты і іншыя. Да V класа адносяцца вытворчасць гіпсавых і гліняных вырабаў, швейныя фабрыкі, шэраг прадпрыемстваў харчовай прамысловасці.

Аддаленне ад крыніцы забруджвання навакольнага асяроддзя шкоднымі рэчывамі і фізічнымі ўздзеяннямі забяспечвае зніжэнне іх узроўню за кошт рассейвання ў атмасферы, асядання на тэрыторыі САЗ, паглынання раслінамі, глебай і г.д. да велічынь, якія ўстанаўліваюцца санітарнымі нарматывамі. Для ўтрымання шкодных рэчываў у атмасферным паветры такімі нарматывамі з'яўляюцца гранічна дапушчальныя канцэнтрацыі (ГДК); для шуму — узроўні гукавага ціску ці ўзроўні гука; для электрамагнітных палёў — гранічна дапушчальныя ўзроўні напружанасці электрамагнітнага поля і шчыльнасці патоку энергіі. ГДК — гэта максімальная канцэнтрацыя прымесі (у паветры, вадзе, глебе і г.д.), якая пры перыядычным ці штодзённым уздзеянні на арганізм не выклікае паталагічных змен ці захворванняў. Прадстаўленне аб ГДК грунтуецца на канцэпцыі парогавасці дзеяння хімічных рэчываў. Згодна з гэтай канцэпцыяй, для кожнага рэчыва могуць быць знойдзены такія канцэнтрацыі (дозы), пры якіх змяненні ў арганізме чалавека будуць мінімальнымі (парогавымі) і неаказваючымі шкоднага ўплыву на яго стан. Гранічна дапушчальныя канцэнтрацыі забруджваючых рэчываў у паветры населеных пунктаў установлены больш чым для 1300 злучэнняў. Для кожнага з гэтых злучэнняў вызначаны клас небяспечнасці, дапушчальная максімальная разавая і сярэднясутачная канцэнтрацыі. Максімальная разавая гранічна дапушчальная канцэнтрацыя (ГДК м.р.) — асноўная характарыстыка небяспечнасці шкоднага рэчыва. Яна ўстанаўліваецца для прадухілення рэфлекторных рэакцый у чалавека пры кароткачасовым (не больш 20 хвілін) уздзеянні атмасферных прымесяў.

Сярэднясутачныя гранічна дапушчальныя канцэнтрацыі (ГДК с.с.) установлены для прадухілення агульнатаксічнага, канцэрагеннага, мутагеннага і іншага

9.1. Гранічна дапушчальныя канцэнтрацыі некаторых рэчываў у атмасферным паветры, мг/м^3

Рэчыва	Хімічная формула	ГДК м.р.	ГДК с.с.	Клас небяспечнасці
Аксід азоту	NO	0,6	0,6	3
Дыаксід азоту	NO_2	0,085	0,04	2
Дыаксід серы	SO_2	0,5	0,03	3
Аксід вугляроду	CO	5	3	4
Аміяк	NH_3	0,2	0,04	4
Серавадарод	H_2S	0,008	—	2
Пыл неарганічны са змяшчэннем дыаксіду крэмнію, %:				
больш 70	—	0,15	0,05	3
20—70	—	0,3	0,1	3
менш 20	—	0,5	0,15	3

ўздзеяння рэчываў на чалавека. У табл. 9.1 прыведзены велічыні ГДК для некаторых рэчываў.

Рэчывы, якія адносяцца да 1-га класа небяспечнасці характарызуюцца як надзвычай небяспечныя, да 2-га — небяспечныя, да 3-га — умерана небяспечныя, да 4-га — адносна бяспечныя.

Значна ў меншай ступені распрацаваны падыходы для нарміравання і распрацоўкі ГДК, якія забяспечваюць захаванне і нармальныя ўмовы развіцця раслiннага і жывёльнага свету. Прычым гэтыя ГДК часта меншыя, чым санітарна-гігіенічныя нарматывы.

Так, для сасны ГДК па дыаксіду серы састаўляе 0,08—0,23 мг/м^3, па дыаксіду азоту — 2 мг/м^3. Пры утрыманні SO_2 у паветры 0,08—0,23 мг/м^3 адбываецца зніжэнне інтэнсіўнасці фотасінтэзу і павольнае завяданне хвоі. Парушэнне фотасінтэзу і дыхання пачынаецца з канцэнтрацыі SO_2 0,23 мг/м^3. Хвоя высыхае праз 2—3 гады. Працяглае ўздзеянне NO_2 пры канцэнтрацыі да 2 мг/м^3 вядзе да хларозу раслін. Пры канцэнтрацыі NO_2 4—6 мг/м^3 узнікае вострае пашкоджанне раслін. Пры распрацоўцы мерапрыемстваў па ахове прыроды абапіраюцца на тыя ГДК, якія маюць найменшае значэнне.

Пры аднačасовай прысутнасці ў атмасферным паветры некалькіх шкодных рэчываў, якія валодаюць аднанапрамкавым дзеяннем, іх адносная сумарная канцэнтрацыя павінна задавальняць умове:

$$C_1/ГДК_1 + C_2/ГДК_2 + C_3/ГДК_3 + \dots + C_n/ГДК_n \leq 1, (1)$$

дзе C_1, C_2, C_3, ... , C_n — канцэнтрацыі шкодных рэчываў у атмасферы ў адной і той жа кропцы мясцовасці; $ГДК_1$, $ГДК_2$, ... , $ГДК_n$ — гранічна дапушчальныя канцэнтрацыі шкодных рэчываў у атмасферы.

Аднанапрамкавым дзеяннем валодаюць такія групы рэчываў, як дыаксід серы і дыаксід азоту; ацэтон, фурфурол, фармальдэгід і фенол; аксід вугляроду, дыаксід азоту, фармальдэгід, гексан і інш. Калі на мяжы САЗ устаноўленыя нарматывы ГДК перавышаюцца, тады яе памеры могуць павялічвацца, але не больш чым у тры разы. Змяншэнне памераў САЗ магчыма ў выпадку ажыццяўлення эфектыўных мерапрыемстваў па зніжэнню шкодных выкідаў. Трэба адзначыць, што прамысловыя пляцоўкі, як і санітарна-ахоўныя зоны, з'яўляюцца тэрыторыямі з найбольш інтэнсіўным забруджваннем выкідамі прадпрыемстваў, таму на іх гаспадарчае выкарыстанне накладваецца шэраг абмежаванняў.

Пры праектаванні сістэм водазабеспячэння і водаадвядзення ўстанаўліваюцца нарматывы водаспажывання, парадак выбару крыніцы водазабеспячэння. Так, для патрэб прамысловых прадпрыемстваў, як правіла, павінны выкарыстоўвацца паверхневыя крыніцы, для забеспячэння пітной вадой — падземныя. На ўсіх крыніцах водазабеспячэння павінны прадугледжвацца зоны санітарнай аховы.

Умовы скіду сцёкавых вод у паверхневыя водныя аб'екты (рэкі, азёры, вадасховішчы) павінны задавальняць патрабаванням "Санітарных правіл і норм аховы паверхневых вод ад забруджвання". У адпаведнасці з гэтым дакументам устанаўліваюцца нарміруемыя паказчыкі якасці вады водных аб'ектаў у залежнасці ад іх катэгорыі (I — гаспадарча-пітнога прызначэння, II — культурна-бытавога прызначэння; III — рыбагаспадарчага прызначэння). Нарміруецца ўтрыманне завіслых рэчываў, пах, прысмак, колер, тэмпература, утрыманне ў вадзе кіслароду, утрыманне індывідуальных хімічных злучэнняў і некаторыя іншыя паказчыкі. Утрыманне індывідуальных злучэнняў у вадзе водных аб'ектаў не павінна перавышаць ГДК.

Распрацоўваюцца і выкарыстоўваюцца гігіенічныя і рыбагаспадарчыя ГДК. Гігіенічныя ГДК не забяспеч-

9.2. Значэнні ГДК для водных аб'ектаў

Злучэнне	Хімічная формула	ЛПШ	Клас небяспечнасці	ГДК, мг/л для водных аб'ектаў	
				культурна-бытавога прызначэння	рыбагаспадарчага прызначэння
Ацэтон	$(CH_3)_2CO$	Агульна-санітарны	2	2,8	0,05
Бензол	C_6H_6	Санітарна-таксікалагічны	2	0,5	0,5
Фенол	C_6H_5OH	Арганалептычны	4	0,001	0,001
Нікель	Ni	Санітарна-таксікалагічны	3	0,1	0,01
Хром	Cr*	Санітарна-таксікалагічны	3	0,05	0,001
Аміяк	NH_3	санітарна-таксікалагічны	3	2,0	0,05

* Са ступенню акіслення +6.

ваюць захаванне экалагічнага дабрабыту воднага аб'екта. Яны забяспечваюць бяспечныя ўмовы водакарыстання для чалавека. Гігіенічныя нарматывы рэгламентуюць утрыманне забруджваючых рэчываў толькі ў тых водных аб'ектах, якія выкарыстоўваюцца для гаспадарча-пітных і культурна-бытавых мэт.

Рыбагаспадарчыя ГДК распрацоўваюцца з улікам уплыву хімічнага рэчыва на працэсы самаачышчэння вады, жыццядзейнасць асобных відаў гетэратрофных гідрабіёнтаў. У табл. 9.2 прыведзены значэнні ГДК для некаторых злучэнняў.

Акрамя ГДК кожнае рэчыва характарызуецца лімітуючым паказчыкам шкоднасці (ЛПШ), пад якім разумеюць найбольш верагоднае неспрыяльнае дзеянне рэчыва. Для нарміравання якасці вады водных аб'ектаў I, II катэгорый звычайна выкарыстоўваюць тры віды ЛПШ: санітарна-таксікалагічны, агульна-санітарны і арганалептычны. Для рэчываў, якія адносяцца да аднаго ЛПШ, павінны выконвацца суадносіны, аналагічныя прыведзенаму для групы рэчываў аднанапрамкавага дзеяння, утрымліваемых у атмасферным паветры (гл. формулу 1). Састаў скідваемых сцёкавых вод паві-

нен быць такім, каб пасля змешвання з вадой воднага аб'екта ў кантрольных яго кропках якасць вады адпавядала патрабаванням памянёных "Санітарных правіл і норм". Зыходзячы з гэтых умоў вызначаецца неабходная ступень ачысткі сцёкавых вод і выбіраецца састаў ачышчальных збудаванняў.

9.3. НАРМАТЫВЫ ГРАНІЧНА ДАПУШЧАЛЬНЫХ ВЫКІДАЎ І СКІДАЎ

Для кожнага дзеючага і праектуемага аб'екта, які з'яўляецца крыніцай забруджвання навакольнага асяроддзя, вызначаюцца нарматывы гранічна дапушчальных выкідаў (ГДВ) у атмасферу і нарматывы гранічна дапушчальных скідаў (ГДС) у паверхневыя вадаёмы. Гранічна дапушчальныя выкід і скід ад разглядаемага аб'екта павінны быць такімі, каб у сукупнасці з другімі крыніцамі забруджвання не ствараць канцэнтрацый шкодных рэчываў у паветры і вадзе вадаёма, перавышаючых адпаведныя ГДК.

Гранічна дапушчальны выкід устанаўліваецца для крыніцы выкіда па кожнаму забруджваючаму рэчыву. Калі па якіх-небудзь аб'ектыўных прычынах нарматыў ГДВ не можа быць дасягнуты ў дадзены момант, для яго ўстанаўліваецца значэнне часова ўзгодненых выкідаў (ЧУВ), якія павінны адпавядаць сучаснаму ўзроўню тэхналогіі дадзенай вытворчасці. Нарматыў ГДВ устанаўліваецца для кожнага выкідваемага шкоднага рэчыва ў г/с і т/год. Першае значэнне нарматыва выкарыстоўваецца для кантролю за работай пылегазаачышчальных установак, другое — для разлікаў платы за выкіды забруджваючых рэчываў у атмасферу.

Гранічна дапушчальны скід устанаўліваецца для населеных месц і вытворчых аб'ектаў, маючых ці праектуючых самастойныя выпускі сцёкавых вод у водныя аб'екты. Нарматыў ГДС разлічваецца як для інтэгральных паказчыкаў забруджанасці вады (завіслых рэчываў, БПК і інш.), так і для індывідуальных злучэнняў у г/ч і т/год.

Асновай разлікаў па абгрунтаванню нарматываў ГДВ з'яўляецца прагноз чакаемых канцэнтрацый шкодных рэчываў у кантрольных кропках прыземнага слоя атмасферы, утвараемых крыніцай выкіду з улікам фонавых канцэнтрацый. Указаны прагноз выконваецца на аснове

разлікаў рассейвання забруджваючых рэчываў у атмасферным паветры (гл. главу 10).

Аналагічны прагноз для скіду сцёкавых вод выконваецца на аснове вызначэння кратнасці іх разбаўлення ў водным аб'екце з улікам яго асіміляцыйнай здольнасці і фонавых канцэнтрацый забруджваючых рэчываў. Нарматывы ГДВ і ГДС, распрацаваныя на аснове выкладзеных прынцыпаў, пасля экспертызы і зацвярджэння ў адпаведных органах выконваюць ролю дазволу на выкід забруджваючых рэчываў у атмасферу і іх скід са сцёкавымі водамі. Пераглядаюцца і ўдакладняюцца нарматывы праз 3—5 год.

Неабходнасць перагляду да заканчэння ўказанага тэрміну можа ўзнікнуць пры змяненні экалагічнай абстаноўкі ў рэгіёне, узнікненні новых крыніц забруджвання, змяненні тэхналогіі і г.д.

Глава 10. АХОВА ПАВЕТРАНАГА БАСЕЙНА

10.1. САСТАЎ І БУДОВА АТМАСФЕРЫ. НАРМІРАВАННЕ ЎТРЫМАННЯ ШКОДНЫХ РЭЧЫВАЎ У АТМАСФЕРНЫМ ПАВЕТРЫ

Атмасфернае паветра з другімі кампанентамі біясферы мае жыццёва важнае значэнне для прыроды. Пад уздзеяннем розных знешніх і ўнутраных фактараў у атмасферы працякаюць цеплавыя, аэрадынамічныя, хімічныя і фотахімічныя працэсы, якія знаходзяцца ў цеснай узаемасувязі з зямной паверхняй, Сусветным акіянам, космасам і г.д. Колькасныя і якасныя характарыстыкі гэтых працэсаў у многім вызначаюцца хімічным саставам атмасферы. Натуральны хімічны састаў атмасферы вызначаецца прыроднымі геахімічнымі (вывяржэнне вулканаў, пажары, хімічныя рэакцыі ў літа-, гідра- і атмасферы, ветравая эрозія, кроплеўнос і інш.) і біягеннымі (гніенне, распад і акісленне арганічных злучэнняў, дзейнасць рэдуцэнтаў, хемасінтэтыкаў) працэсамі. Прыродны састаў атмасферы прыведзены ў раздзеле 5. Інфармацыя аб прыродным саставе атмасферы неабходна для ўстанаўлення факта прысутнасці ў ёй пабочных уключэнняў антрапагеннага паходжання, аб якіх гавораць як аб забруджваючых рэчывах. Пад забруджваннем разумеюць неспрыяльнае змяненне кампанентаў біясферы, напрыклад атмасферы, якое прама ці

ўскосна мяняе размеркаванне пастулаючай энергіі, узроўні радыяцыі, фізіка-хімічныя ўласцівасці асяроддзя і ўмовы існавання жывых істот.

Часам гавораць аб натуральным біягеахімічным забруджванні атмасферы, не ўпамінаючы, што тады трэба разумець пад чыстай атмасферай. Фактары, якія вызначаюць узровень забруджвання атмасферы, па іх уздзеянню на арганізм чалавека падраздзяляюцца на фізічныя і хімічныя. Да фізічных адносяцца: а) радыеактыўнае выпраменьванне і яго носьбіты; б) электрамагнітныя палі; в) цеплавое забруджванне; г) шумы і нізкачастотныя вібрацыі. Да хімічных адносяцца выкіды ў атмасферу: а) цвёрдых і вадкіх арганічных і неарганічных прымесяў (завіслых рэчываў); б) аксідаў серы, азоту, вугляроду; в) вуглевадародаў; г) хлорвытворных і другіх галагенутрымліваючых злучэнняў, у тым ліку стойкіх арганічных забруджвальнікаў; д) азот- і сераўтрымліваючых рэчываў; е) цяжкіх металаў. Прычым на долю газападобных злучэнняў прыпадае больш 90% ад усіх прымесяў, паступаючых у атмасферу.

У апошні час менавіта антрапагенныя крыніцы, звязаныя з дзейнасцю чалавека, аказваюць усё большы ўплыў на састаў атмасферы. Сумарны антрапагенны і натуральны біялагічны выкід розных злучэнняў у атмасферу састаўляе па розных ацэнках ад 9 да 16 млрд. т у год. Па асобных рэчывах антрапагеннае забруджванне атмасферы можа складаць да 20—34% ад агульнага. Натуральныя крыніцы паступлення ў атмасферу некаторых рэчываў (аксіды азоту, NH_3, CH_4, аэразолі і інш.) у 3—4 разы больш магутныя, чым антрапагенныя, і характарызуюцца пастаянствам, раўнамернасцю. Выдзяляемыя кампаненты хутка звязваюцца глебай, яе мікрафлорай і наземнай расліннасцю. Антрапагеннае забруджванне з'яўляецца лакальным па размяшчэнню крыніц, больш магутным па выкіду злучэнняў у адзінку часу. "Час жыцця" іх у атмасферы значна большы. Даныя аб сумарных выкідах у атмасферу ад антрапагенных крыніц на тэрыторыі Беларусі прыведзены ў п. 8.3.1.

Найбольш блізкі да прыроднага састаў атмасфернага паветра раёнаў, максімальна аддаленых ад прамысловых цэнтраў. У буйных прамысловых цэнтрах узровень антрапагеннага забруджвання прыземнага слоя атмас-

фернага паветра можа быць настолькі значным, што канцэнтрацыя некаторых злучэнняў (SO_2, NH_3, NO_2, CO, фенол, фармальдэгід і інш.) можа ў сотні і тысячы разоў перавышаць велічыні, характэрныя для прыроднага саставу атмасферы. Прысутнасць у атмасферным паветры забруджваючых рэчываў, характэрных для дадзенай мясцовасці, можа вызначацца фонавай канцэнтрацыяй.

Фонавая канцэнтрацыя па канкрэтнаму злучэнню ствараецца ў выніку дзеяння натуральных і антрапагенных крыніц, якія знаходзяцца на дадзенай тэрыторыі, і антрапагенных крыніц, аддаленых ад разглядаемай мясцовасці часам на сотні і тысячы кіламетраў (трансмежавы перанос). Значны ўплыў на фонавыя канцэнтрацыі шэрагу рэчываў аказваюць выкіды транспартных сродкаў. Канцэнтрацыя забруджваючага рэчыва ў атмасферным паветры можа зменьвацца ў залежнасці ад часу сутак, дня тыдня, месяца, у залежнасці ад рэжыму паступлення забруджваючых рэчываў з антрапагенных крыніц і ўмоў іх рассейвання ў атмасферным паветры.

Пры разглядзе праблемы паветранага басейна ў асноўным маюць на ўвазе найбольш шчыльны слой атмасферы — трапасферу. У трапасферы сканцэнтравана каля 72% масы ўсёй атмасферы Зямлі. У гэтай вобласці найбольш інтэнсіўна працякаюць гідрадынамічныя, цеплавыя і хімічныя працэсы. Для гэтага слоя характэрна няўстойлівасць тэмпературы, ціску, вільготнасці. Аднак ёсць даставерныя даныя аб тым, што значнаму ўздзеянню і змяненню падвяргаюцца і больш высокія слаі атмасферы.

Асноўнай фізічнай характарыстыкай прымесяў, якія прысутнічаюць у атмасферным паветры, з'яўляецца канцэнтрацыя — маса рэчыва ў адзінцы аб'ёму паветра пры нармальных умовах. Канцэнтрацыя прымесі вызначае фізічнае, хімічнае і іншыя віды ўздзеяння рэчываў на чалавека і навакольнае асяроддзе і з'яўляецца асноўным параметрам пры нарміраванні ўтрымання прымесяў у атмасферы. Як ужо адзначалася вышэй, гэтыя канцэнтрацыі не павінны перавышаць значэння ГДК. Утрыманне рэчываў, для каторых ГДК пакуль не распрацаваны, тэрмінам на тры гады вызначаюцца арыенціровачныя бяспечныя ўзроўні ўздзеяння (АБУУ).

Пры ўстанаўленні нарматываў ГДВ для будуемых і рэканструіруемых прадпрыемстваў у раёнах, дзе паветра забруджана выкідамі другіх аб'ектаў, улічваюцца фонавыя канцэнтрацыі. Сума канцэнтрацыі, ствараемай новай крыніцай выкіду з фонавай канцэнтрацыяй ($C_ф$), не павінна перавышаць ГДК:

$$C_к + C_ф \leq ГДК. \quad (2)$$

Фонавую канцэнтрацыю вызначаюць па выніках назіранняў, якія выконваюцца дзяржаўнай службай кантролю стану атмасфернага паветра.

10.2. РАССЕЙВАННЕ ШКОДНЫХ РЭЧЫВАЎ У АТМАСФЕРНЫМ ПАВЕТРЫ

Рассейванне прымесяў у паветры — з'ява, якая спадарожнічае любому выкіду забруджваючых рэчываў у атмасферу і разглядаецца ў якасці асноўнага спосабу зніжэння прыземных канцэнтрацый забруджваючых рэчываў. Рассейванню падлягаюць ачышчаныя і абясшкоджаныя газавыя выкіды. Прымесь, выкінутая ў атмасферу з крыніцы, пераносіцца ў паветры пастаянна існуючымі віхрамі розных маштабаў. Інтэнсіўнасць рассейвання ў розных умовах надвор'я розная і вызначаецца галоўным чынам наступнымі фактарамі: кірункам і сілай ветру, тэмпературай паветра і яе змяненнем па вышыні. Рознасць тэмпературы паміж слаямі паветра вызначаецца ступенню нагрэтасці паверхні Зямлі. Чым мацней яна нагрэта, тым інтэнсіўней вертыкальнае перамяшчэнне паветра. Разам са станам атмасферы істотны ўплыў на рассейванне аказваюць параметры крыніцы выкіду, характарыстыка выкідаў, асаблівасці рэльефу мясцовасці. Акрамя рассейвання прымесі могуць асаджвацца (часцінкі пылу, вадкасці), захоплівацца кроплямі вады, якія ўтвараюць воблакі і туман, і затым вымывацца ападкамі.

Усе крыніцы выкідаў у атмасферу дзеляцца на арганізаваныя (трубы, газаходы, паветраводы), з якіх выкіды паступаюць у атмасферу праз каналы вызначаных памераў у выглядзе скіраваных патокаў, і неарганізаваныя, якія характарызуюцца адсутнасцю спецыяльных прыстасаванняў для адводу газавага патоку. Апошнія паступаюць у атмасферу ў выглядзе нескіраваных

патокаў, галоўным чынам у выніку парушэння герметычнасці абсталявання, пры загрузцы (выгрузцы) сыпучых матэрыялаў, захоўванні іх у буртах, выпарэнні з адкрытых паверхняў і г.д.

Арганізаваныя крыніцы ў залежнасці ад памераў дзеляцца на кропкавыя (труба) і лінейныя (аэрацыйны фанар). Крыніцы могуць быць рухомымі і нерухомымі (стацыянарнымі). Асноўнымі параметрамі крыніц, якія ўплываюць на рассейванне выкідаў, з'яўляюцца вышыня над паверхняй зямлі, памеры выхадной адтуліны. У залежнасці ад вышыні над узроўнем зямной паверхні выдзяляюць высокія (вышыня больш 50 м), сярэдняй вышыні (10—50 м), нізкія (2—10 м), наземныя (менш 2 м) крыніцы выкідаў. Павелічэнне вышыні трубы для забеспячэння рассейвання з мэтай выканання ГДК у прыземным слоі атмасферы дапускаецца толькі пасля выкарыстання ўсіх даступных на сучасным узроўні сродкаў па змяншэнню выкідаў.

Характарыстыкамі выкідаў, якія ўлічваюцца пры разліках па рассейванню, з'яўляюцца тэмпература, хуткасць выхаду газавага струменю, утрыманне і фізічныя ўласцівасці прымесі. З павелічэннем рознасці тэмператур паміж навакольным паветрам і выкідваемым газавым патокам паляпшаюцца ўмовы рассейвання.

Рэльеф мясцовасці можа аказваць істотны ўплыў на характар рассейвання і размеркаванне прымесяў у прыземным слоі. У складаных формах рэльефу ўзнікае лакальная цыркуляцыя паветра, утвараюцца ўзыходныя і сыходныя струмені. Магчыма ўтварэнне застойных зон. Для нізкіх крыніц значны ўплыў на рассейванне аказвае вышыня блізка размешчаных збудаванняў, іх узаемнае размяшчэнне. Найгоршыя ўмовы рассейвання ствараюцца пры так званых неспрыяльных метэаралагічных умовах. Да іх адносяцца хуткасць ветру вышэй вызначанага значэння (небяспечная хуткасць ветру); застойныя з'явы, звязаныя з адсутнасцю ветру (штыль), туманам, парушэннем характару змянення тэмпературы паветра па вышыні (тэмпературная інверсія). Пры неспрыяльных метэаралагічных умовах узнікае небяспека значнага павелічэння прыземных канцэнтрацый забруджваючых рэчываў, узнікнення смогу і г.д.

Разнастайнасць фактараў, якія ўплываюць на эфектыўнасць рассейвання, робіць дастаткова цяжкім прагназіраванне чакаемых прыземных канцэнтрацый забруджваючых рэчываў пры выкідзе з крыніц. А такі прагноз асабліва неабходны для ацэнкі ўздзеяння праектуемых аб'ектаў на атмасфернае паветра, пры разглядзе праблем, звязаных з выбарам месца размяшчэння прамысловых аб'ектаў і інш. Для прагназіравання прыземных канцэнтрацый шкодных рэчываў, ствараемых крыніцай ці групай крыніц выкідаў, выкарыстоўваюць спецыяльныя разліковыя метады і праграмы для ЭВМ. Методыка разлікаў грунтуецца на тэарэтычных мадэлях рассейвання і даных эксперыментальных даследаванняў. Яна дазваляе разлічыць прыземныя канцэнтрацыі забруджваючых рэчываў у любых кропках тэрыторыі, прылягаючай да крыніцы выкіду, з улікам фонавай канцэнтрацыі, улічыць наяўнасць у выкідах рэчываў аднаскіраванага дзеяння.

Для кропкавай крыніцы (труба) максімальная канцэнтрацыя $C_м$ шкодных рэчываў у прыземным слоі пры неспрыяльных метэаралагічных умовах на адлегласці $X_м$ ад крыніцы можа быць разлічана па формуле

$$C_м = (A\ M\ F\ m\ n\ \eta)/(H^2\ \sqrt[3]{V_1\ \Delta T}), \qquad (3)$$

дзе A — каэфіцыент, які залежыць ад тэмпературнага градыента атмасферы і вызначае ўмовы вертыкальнага і гарызантальнага рассейвання прымесяў (для ўмоў Беларусі A = 160); M — маса прымесі выкідваемай у адзінку часу, г/с; H — вышыня крыніцы выкіду, м; F — беспамерны каэфіцыент, які ўлічвае хуткасць асядання прымесяў у атмасферы; ΔT — рознасць тэмператур выкідваемых газаў і навакольнага атмасфернага паветра (прымаецца для самага гарачага месяца), °C; m, n — беспамерныя каэфіцыенты, якія ўлічваюць умовы выхаду газапаветранага струменю з вусця крыніцы выкіду; η — каэфіцыент, што ўлічвае ўплыў рэльефу мясцовасці; V_1 — аб' ём газаў, выкідваемых з крыніцы, $м^3/с$.

Значэнні M і V_1 вызначаюцца разлікам ці прымаюцца ў адпаведнасці з нарматывамі для адпаведнай вытворчасці, устанаўліваюцца па выніках інвентарызацыі выкідаў. Значэнне каэфіцыента F для газападобных

выкідаў і дробнадысперсных выкідаў прымаецца роўным 1. Для аэразоляў F можа прымацца ў залежнасці ад эфектыўнасці ачысткі: пры эфектыўнасці не менш за 90% — 2; ад 75 да 90% — 2,5; менш 75% — 3.

Значэнні каэфіцыентаў m, n вызначаюцца ў залежнасці ад параметраў f, f_e, $v_м$, $v'_м$:

$$f = 1000\,(w_o^2\,D)/\,(H^2\Delta T); \quad (4)$$

$$v_м = 0{,}65(V_1\Delta T/H)^{1/3}; \quad (5)$$

$$v'_м = 1{,}3\,(w_oD)/H; \quad (6)$$

$$f_e = 800\,(v'_м)^3, \quad (7)$$

дзе D— дыяметр вусця крыніцы выкіду, м; w_o (м/с) — хуткасць выхаду газапаветранай сумесі з вусця крыніцы выкіду, якая вызначаецца па формуле

$$w_o = (4\,V_1)/(\pi D^2). \quad (8)$$

Каэфіцыент m вызначаецца ў залежнасці ад f па формулах

$$m = 1/(0{,}67 + 0{,}1\sqrt{f} + 0{,}34\sqrt[3]{f}) \text{ пры } f < 100; \quad (9)$$

$$m = 1{,}47/(\sqrt[3]{f}) \text{ пры } f \geq 100. \quad (10)$$

Для $f_e<f<100$ значэнне каэфіцыента m вылічваецца пры $f = f_e$.

Каэфіцыент n пры f < 100 вызначаецца ў залежнасці ад $v_м$ па формулах

$$n = 1 \text{ пры } v_м \geq 2; \quad (11)$$

$$n = 0{,}532\,v_м^2 - 2{,}13v_м + 3{,}13 \text{ пры } 0{,}5 \leq v_м < 2; \quad (12)$$

$$n = 4{,}4\,v_м \text{ пры } v_м < 0{,}5. \quad (13)$$

Для f ≥ 100 ці $\Delta T \approx 0$ і $v'_м \geq 0{,}5$ (халодныя выкіды) пры разліку $C_м$ выкарыстоўваюць формулу

$$C_м = (AMFn\,\eta K)\,H^{4/3}, \quad (14)$$

дзе

$$K = D/(8V_1). \quad (15)$$

Каэфіцыент n у гэтым выпадку вылічваецца па вышэйпрыведзеных формулах 11—13, прыняўшы $v_м = v'_м$. Адлегласць $X_м$ (м) ад крыніцы выкідаў, на якой назіраецца максімальная прыземная канцэнтрацыя пры неблагапрыемных метэаралагічных умовах, вызначаецца па формуле

$$X_м = (5 - F)dH/4. \qquad (16)$$

Беспамерны каэфіцыент d пры f < 100 знаходзіцца па формулах:

$$d = 2{,}48\ (1 + 0{,}28\sqrt[3]{f_e})\ \text{пры}\ v_м \le 0{,}5; \qquad (17)$$

$$d = 4{,}95\ v_м\ (1 + 0{,}28\sqrt[3]{f})\ \text{пры}\ 0{,}5 < v_м \le 2; \qquad (18)$$

$$d = 7\ \sqrt{v_м}\ (1 + \sqrt[3]{f})\ \text{пры}\ v_м > 2. \qquad (19)$$

Пры f > 100 ці $\Delta T \approx 0$ значэнне d знаходзіцца па формулах

$$d = 5{,}7\ \text{пры}\ v'_м \le 0{,}5; \qquad (20)$$

$$d = 11{,}4\ v'_м\ \text{пры}\ 0{,}5 < v'_м \le 2; \qquad (21)$$

$$d = 16\ v'_м\ \text{пры}\ v'_м > 2. \qquad (22)$$

Выкарыстоўваючы параметры рассейвання выкідаў, можна вызначыць для крыніцы выкіду нарматыў ГДВ (г/с). Для адзінкавай кропкавай крыніцы ён разлічваецца па формуле

$$ГДВ = (ГДК - C_ф)\ H^2(V_1\ \Delta T)^{1/3}/(A\ F\ m\ n\ \eta). \qquad (23)$$

У выпадку f ≥ 100 ці $\Delta T \approx 0$ ГДВ вызначаецца па формуле

$$ГДВ = (ГДК - C_ф)\ H^{4/3}\ 8\ V_1/(AFn\ \eta\ D), \qquad (24)$$

дзе ГДК і $C_ф$ — адпаведныя канцэнтрацыі для рэчыва, па якім устанаўліваецца ГДВ.

10.3. ТЭХНІЧНЫЯ ПРЫЁМЫ ЗНІЖЭННЯ ВАЛАВЫХ ВЫКІДАЎ ШКОДНЫХ РЭЧЫВАЎ У АТМАСФЕРУ

Нягледзячы на тое што рассейванне дазваляе зніжаць канцэнтрацыі шкодных рэчываў у блізка размешчаных да крыніцы кропках прыземнага слоя атмасферы за кошт размеркавання забруджваючых рэчываў на вялікай тэрыторыі, выкіды з высокіх крыніц могуць аказваць значны ўплыў на склад атмасферы ў пунктах, аддаленых ад іх. Таму рассейванне не вырашае праблемы аховы атмасферы. Атмасфера не ведае межаў, і эфектыўнасць яе аховы — у сумесных дзеяннях усяго міжнароднага супольніцтва. На сённяшні дзень заключаны і дзейнічае шэраг міжнародных пагадненняў, якія рэгламентуюць гаспадарчую дзейнасць, што суправаджаецца значным забруджваннем атмасферы. У першую

чаргу гэта тычыцца аб'ектаў, якія з' яўляюцца крыніцамі выкідаў SO_2 і NO_2, цяжкіх металаў, стойкіх арганічных злучэнняў.

Агульных намаганняў патрабуе і здзяйсненне комплексу мер па зніжэнню валавых выкідаў у атмасферу. Да такіх мер адносяцца: тэхналагічныя і арганізацыйныя мерапрыемствы, архітэктурна-планіровачныя мерапрыемствы, ачыстка выкідаў. Трэба сказаць, што найбольш правільны шлях — гэта прадухіленне страт сыравіны і матэрыялаў з выкідамі ў атмасферу шляхам стварэння і ўкаранення безадходных тэхналогій. Але існуючая прамысловая база не дазваляе гэтага, так як змяніць тэхналагічны працэс у гэтым кірунку не заўсёды магчыма. Ды і пераход на безадходныя тэхналогіі патрабуе даволі значнага часу, наяўнасці адпаведных умоў — у першую чаргу тэхнічных і эканамічных. Але і ў безадходных тэхналагічных працэсах сістэмы і абсталяванне для ачысткі газапаветраных выкідаў будуць функцыянаваць не столькі для прадухілення забруджвання атмасферы, колькі для выдзялення каштоўных рэчываў і іх выкарыстання ў вытворчасці.

Да тэхналагічных мерапрыемстваў, скіраваных на зніжэнне валавых выкідаў у атмасферу, адносяцца: замена шкодных рэчываў, выкарыстоўваемых у вытворчасці на менш таксічныя; перапрафіляванне вытворчасці; папярэдняя ачыстка сыравіны ад шкодных прымесяў; герметызацыя абсталявання; замена сухіх спосабаў перапрацоўкі на мокрыя; замена перыядычных працэсаў на бесперапынныя; стварэнне замкнутых сістэм цыркуляцыі газаў і г.д. Вялікае значэнне мае эканомія цеплавой і электрычнай энергіі, зніжэнне энергаёмістасці прадукцыі, так як вытворчасць энергіі ў асноўным звязана са спальваннем паліва і, значыць, з забруджваннем атмасферы.

Важнейшымі архітэктурна-планіровачнымі мерапрыемствамі з'яўляюцца выбар месца размяшчэння прамысловага аб'екта з улікам напрамку ветру і месцазнаходжання жылых раёнаў, азеляненне санітарнаахоўных зон і жылых раёнаў, прылягаючых да прамысловых прадпрыемстваў, газаўстойлівымі драўнінна-хмызняковымі насаджэннямі, стварэнне ізалюючых пасадак, якія выконваюць функцыю фільтраў, цэнтра-

лізацыя выкідаў, аб'яднанне некалькіх малых крыніц у адну буйную і г.д. Значнага скарачэння валавых выкідаў у атмасферу пры малых выдатках можна дабіцца за кошт арганізацыйных мерапрыемстваў: забеспячэння патрабуемага тэхнічнага стану абсталявання, строгага выканання тэхналагічнай дысцыпліны, прадухілення аварыйных сітуацый, звязаных з разгерметызацыяй сасудаў і апаратаў, якія знаходзяцца пад ціскам, наяўнасці эфектыўнага кантролю за работай тэхналагічнага абсталявання і сістэм ачысткі.

Асаблівую ролю адыгрывае правядзенне разумнай палітыкі, звязанай з вызначэннем платы за выкіды забруджваючых рэчываў, эканамічнае стымуляванне атмасфераахоўнай дзейнасці.

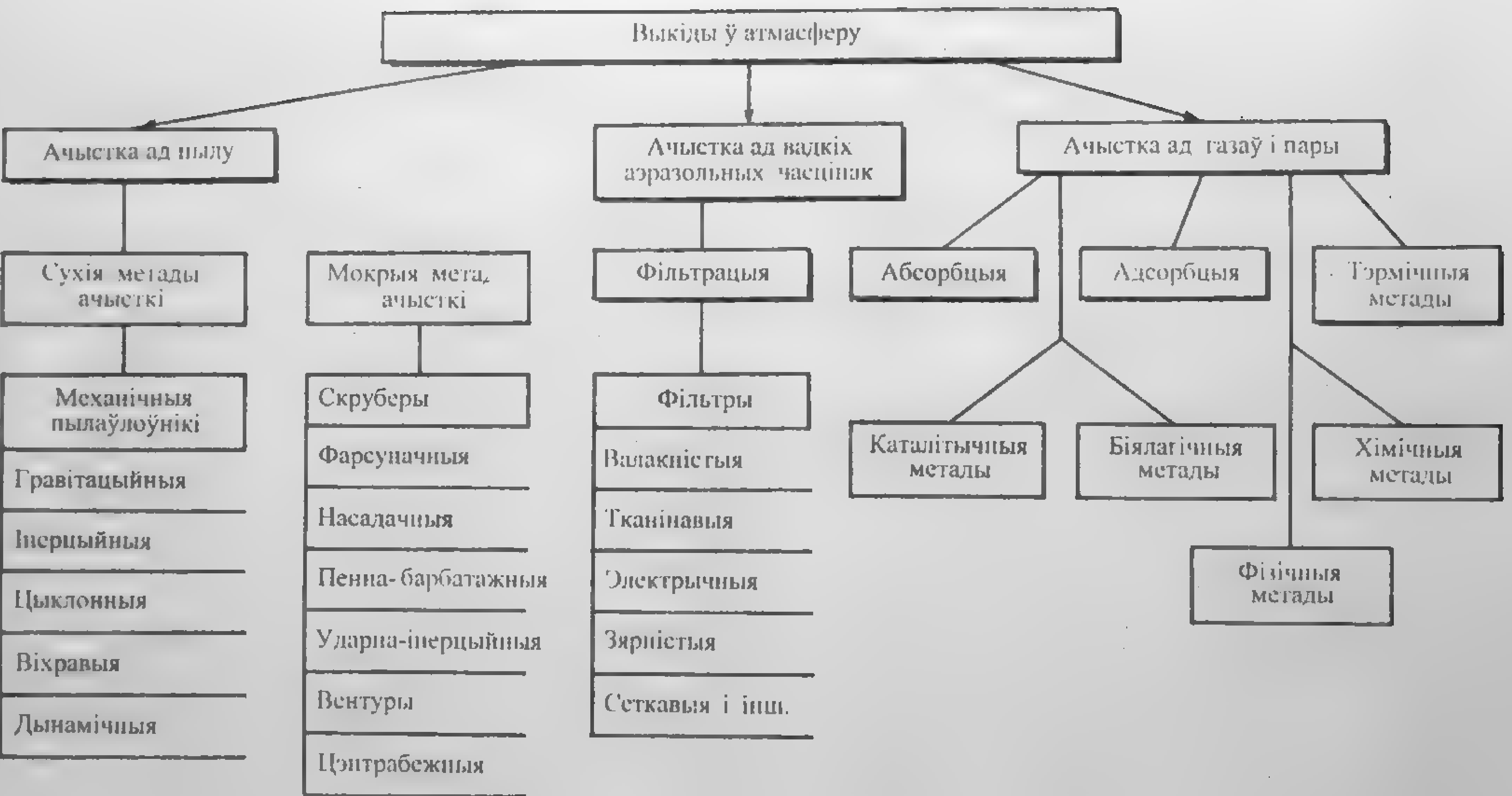
Нягледзячы на важнасць, а ў некаторых выпадках і высокую эфектыўнасць, разгледжаныя мерапрыемствы не заўсёды забяспечваюць патрабуемы ўзровень зніжэння валавых выкідаў. На сённяшні дзень і ў бліжэйшай перспектыве асноўным метадам зніжэння валавых выкідаў шкодных рэчываў у атмасферу з'яўляецца іх ачыстка, абясшкоджванне, дэзадарацыя. Пад ачысткай звычайна разумеюць аддзяленне ад газа (паветра) забруджваючага рэчыва. Абясшкоджванне — гэта перавод яго ў бясшкодны стан. Дэзадарацыя заключаецца ў падаўленні выкідаў непрыемна пахнучых забруджваючых рэчываў. На мал. 10.1 прыведзена класіфікацыя асноўных метадаў ачысткі і абясшкоджвання выкідаў у атмасферу.

Асноўнымі параметрамі, выкарыстоўваемымі для параўнання розных варыянтаў ачысткі ці абясшкоджвання выкідаў, з'яўляюцца эфектыўнасць, энергазатраты на перамяшчэнне газаў па сістэме ачысткі, якія могуць характарызавацца гідраўлічным супраціўленнем, кошт ачысткі адзінкі аб'ёму забруджанага газу і адзінкі масы ўлоўленага забруджваючага рэчыва. Агульная эфектыўнасць ачысткі вызначаецца па формуле

$$\eta_{аг} = (C_{ув}V_{ув} - C_{вых}V_{вых})/C_{ув}V_{ув}, \qquad (25)$$

дзе $C_{ув}$ і $C_{вых}$ — масавыя канцэнтрацыі прымесяў у газе да і пасля апарата, кг/м^3 (г/м^3); $V_{ув}$ і $V_{вых}$ — аб'ёмныя расходы газа на ўваходзе і выхадзе з апарата, м^3/с (м^3/ гадз).

Часам эфектыўнасць ачысткі характарызуюць каэ-



Мал. 10.1. Класіфікацыя асноўных метадаў ачысткі і абясшкоджвання гзапаветраных выкідаў.

фіцыентам праскоку, які вызначае долю забруджваючых рэчываў, не ўлоўленых у апараце:

$$П = 1 - \eta_{аг}. \qquad (26)$$

Пры ўлоўліванні аэразольных часцінак акрамя агульнай пры неабходнасці вызначаюць фракцыённую эфектыўнасць ачысткі:

$$\eta_{фі} = (C_{увi}V_{ув} - C_{выхi}\, V_{ув}) \,/\, C_{увi}V_{ув}\;, \qquad (27)$$

дзе $C_{увi}$ і $C_{выхi}$ — масавыя канцэнтрацыі і-й фракцыі аэразольных часцінак у газе да і пасля ачысткі. Фракцыённая эфектыўнасць ачысткі звязана з агульнай суадносінамі:

$$\eta_{аг} = \eta_{ф_1}M_1 + \eta_{ф_2}\, M_2 + \eta_{ф_3}\, M_3 + ...+ \eta_{ф_i}M_i, \qquad (28)$$

дзе M_1, M_2, M_3, M_i — масавыя долі аэразоляў з памерамі, адпавядаючымі 1, 2, 3, і-й фракцыі.

Гэты паказчык ($\eta_ф$) больш поўна характарызуе работу апаратаў па ўлоўліванню аэразоляў і дазваляе дастаткова дакладна прагназаваць эфектыўнасць ачысткі па дысперснаму складу аэразольных часцінак.

Гідраўлічнае супраціўленне (ΔP) характарызуе страту ціску газавым патокам у апараце. З павелічэннем ΔP звычайна расце эфектыўнасць ачысткі. Для некаторых тыпаў апаратаў, напрыклад фільтраў, па велічыні ΔP вызначаюць час яго адключэння на рэгенерацыю. Велічыня гідраўлічнага супраціўлення аказвае непасрэдны ўплыў на энергазатраты па перамяшчэнню газа ў апараце і на выдаткі, звязаныя з эксплуатацыяй сістэмы ачысткі ў цэлым. Таму пры выбары і канструяванні апаратаў імкнуцца забяспечыць найбольшую ступень ачысткі пры мінімальным ΔP.

Затраты, звязаныя з ачысткай выкідаў, з'яўляюцца важнейшым параметрам, выкарыстоўваемым для параўнання апаратаў і сістэм ачысткі на этапе праектавання. Трэба адзначыць, што такое параўнанне магчыма толькі для сістэм, забяспечваючых аднолькавы прыродаахоўны эфект. У наступных раздзелах будзе паказана, што блізкія паказчыкі па эфектыўнасці ачысткі маюць апараты розных тыпаў. У гэтым выпадку перавага аддаецца тым, затраты на набыццё, увод у эксплуатацыю і эксплуатацыя якіх мінімальныя.

10.4. АЧЫСТКА ГАЗАПАВЕТРАНЫХ ВЫКІДАЎ АД АЭРАЗОЛЯЎ

Аэразолі — гэта адзін з відаў дысперсных сістэм. Дысперснымі сістэмамі называюцца неаднародныя сумесі, у каторых можна выдзеліць не менш як дзве розныя фазы — дысперснае асяроддзе (суцэльная фаза, у якой размеркаваны часцінкі другой фазы) і дысперсную фазу (часцінкі, размеркаваныя ў суцэльнай фазе). Такімі сістэмамі з' яўляюцца, напрыклад, многія сплавы металаў (сумесь крышталікаў рознай будовы і складу), гідразолі (вадкасці, у каторых размеркаваны цвёрдыя ці вадкія часцінкі). Гідразолямі з' яўляюцца рачная вада, малако і наогул усе вадкасці, з каторых з дапамогай спецыяльных прыёмаў не выдалены цвёрдыя ці вадкія часцінкі.

У аэразолях ролю дысперсійнага асяроддзя звычайна іграе паветра, але можа быць і любы другі газ.

Аэразолі ўмоўна дзеляць на дыспергацыйныя, якія ўзнікаюць у выніку здрабнення цвёрдых і вадкіх матэрыялаў ці распылення іх пад дзеяннем струменю паветра (газа), і кандэнсацыйная, утвараемыя пры кандэнсацыі перасычанай пары ці ў выніку хімічнага ўзаемадзеяння газаў з узнікненнем цвёрдых ці вадкіх часцінак. Памеры часцінак у кандэнсацыйных аэразолях звычайна не перавышаюць 10 мкм. У дыспергацыйных аэразоляў яны значна большыя. У кандэнсацыйных аэразолях цвёрдыя часцінкі часцей за ўсё ўяўляюць сабой агрэгаты, складзеныя з вялікай колькасці асобных часцінак.

Найбольш распаўсюджанымі аэразолямі з'яўляюцца пыл, дым, туман, воблакі і ападкі. Пыл прадстаўляе сабой дысперсную сістэму, якая складаецца з газавай фазы і цвёрдых часцінак, і адносіцца ў асноўным да дыспергацыйных аэразоляў. Дым утрымлівае вільготныя цвёрдыя і вадкія часцінкі. Туман утвараецца пры размеркаванні ў газе мікрачасцінак вадкасці. Дымы і туманы часцей за ўсё адносяцца да кандэнсацыйных аэразоляў.

Выбар таго ці іншага метаду ачысткі, яго апаратурнага афармлення вызначаецца ў першую чаргу ўласцівасцямі часцінак аэразоляў, іх канцэнтрацыяй у забруджаным газавым патоку, неабходнай ступенню ачысткі і параметрамі, якія характарызуюць стан газавага патоку.

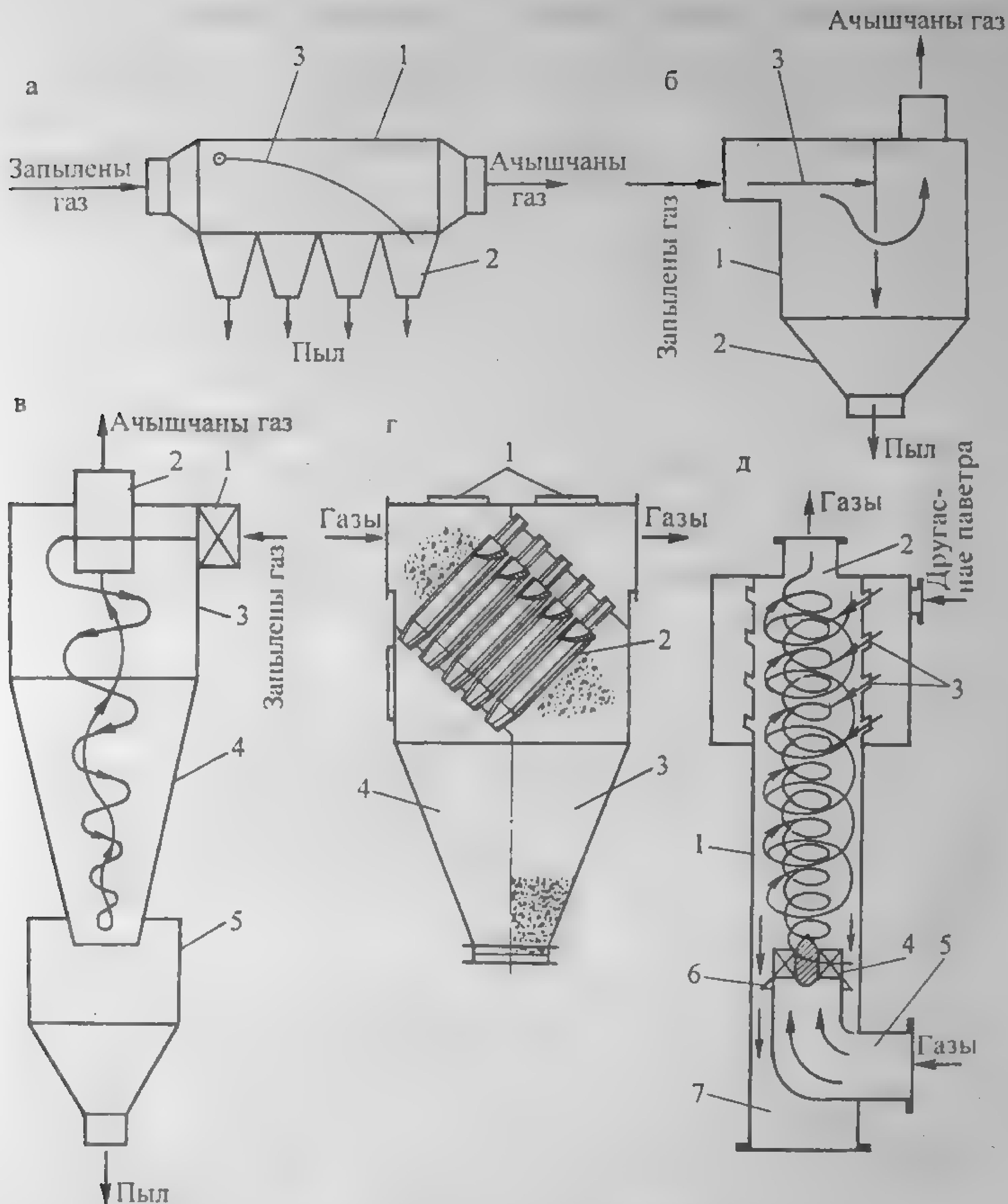
Асноўнымі ўласцівасцямі часцінак аэразоляў, якія аказваюць непасрэдны ўплыў на выбар метаду іх выдалення з газавага патоку, з'яўляюцца дысперсны склад (размеркаванне часцінак па памерах), пругкасць, схільнасць да зліпання, змочваемасць, электраправоднасць і зарад, здольнасць да самазагарання і ўтварэння выбуханебяспечных сумесяў і некаторыя іншыя.

Канцэнтрацыя аэразоляў у забруджаным газавым патоку вызначаецца ўмовамі яго ўзнікнення, адвядзення і ў пэўнай ступені можа змяняцца. Неабходная ступень ачысткі вызначаецца зыходзячы з патрабаванняў да якасці атмасфернага паветра з улікам рассейвання прымесяў. Да параметраў газавага патоку, якія адыгрываюць важную ролю пры выбары апарата і метаду ачысткі, адносяцца аб'ёмны расход і хуткасць, хімічны склад газавай фазы, вільготнасць, тэмпература, ціск.

А зараз разгледзім асноўныя спосабы раздзялення аэразоляў. Практычна ўсе спосабы разбурэння аэразоляў і выдзялення дысперснай фазы грунтуюцца на змяшчэнні часцінак пад уздзеяннем знешніх сіл (з'яў) адносна скрыўленых ліній дысперснага асяроддзя (газа) і захопліванні іх паверхняй, утворанай цвёрдым целам ці вадкасцю.

Змяшчэнне ў выніку цеплавога руху (броўнаўскі рух) мае значэнне толькі для часцінак з памерамі меней 0,1 мкм. Часцінкі памерамі болей 0,1 мкм могуць змяшчацца адносна асяроддзя пад уздзеяннем розных сіл. Такімі сіламі могуць быць гравітацыйная, цэнтрабежная, электрастатычнае ўзаемадзеянне, сіла інерцыі, сіла адгезіі, акустычнае ўздзеянне і інш. Памеры аэразольных часцінак і спосаб іх выдалення з газавага патоку вызначаюць энергазатраты на ачыстку, якія могуць складаць ад 7 да 3000 Дж на 1 м^3 ачышчаемага газу. Прычым чым меншыя часцінкі, тым больш патрабуецца затрат на іх выдаленне з газавага патоку.

Асноўнымі апаратамі сухой ачысткі газаў з'яўляюцца пылаасаджальныя камеры, цыклоны, інерцыйныя і віхравыя пылаўлоўнікі. Да апаратаў сухой ачысткі можна аднесці таксама фільтры і электрафільтры. Але яны могуць забяспечваць улоўліванне і вадкіх часціц, таму мы іх разгледзім асобна. Пры разглядзе асноўных



Мал. 10.2. Сухія пылаўлоўнікі:

а) пылаасаджвальная камера: *1* — корпус; *2* — бункер пылу; *3* — траекторыя руху часцінак; *б)* інерцыйны пылаўлоўнік: *1* — корпус; *2* — бункер пылу; *3* — траекторыя руху часцінак; *в)* цыклон: *1* — уваходны патрубак; *2* — выхлапная труба; *3* — цыліндрычная камера; *4* — канічная камера; *5* — бункер пылу; *г)* батарэйны цыклон: *1* — люк для агляду; *2* — мультыцыклон; *3* — бункер для буйных часцінак; *4* — бункер для часцінак пылу, улоўленых у мультыцыклоне; *д)* віхравы пылаўлоўнік: *1* — камера; *2* — выхадны патрубак; *3* — сапло; *4* — завіхрыцель тыпу "разетка"; *5* — уваходны патрубак; *6* — падпорная шайба; *7* — бункер пылу.

тыпаў абсталявання для ўлоўлівання пылу будуць прыведзены сярэднія значэнні эфектыўнасці ачысткі. Трэба мець на ўвазе, што яны залежаць ад многіх фактараў і

для канкрэтнага апарата павінны ўдакладняцца.

Пылаасаджальныя камеры (мал. 10.2,*а*). У пылаасаджальных камерах мае месца гравітацыйнае (пад дзеяннем сілы цяжару) асаджэнне часціц пылу з газавага патоку. Эфектыўнасць ачысткі залежыць ад памераў камеры (даўжыня, вышыня) і часу знаходжання ў ёй газу. Дастаткова добра, з эфектыўнасцю 80—90% , у камеры затрымліваюцца часцінкі пылу памерамі 50 мкм і вышэй. Недахопам разглядаемых апаратаў з'яўляецца вялікі аб'ём і нізкая эфектыўнасць улоўлівання часцінак малых памераў. Таму іх мэтазгодна выкарыстоўваць у якасці першай ступені ачысткі перад больш эфектыўнымі апаратамі.

Інерцыйныя пылаўлоўнікі (мал. 10.2,*б*). Асаджэнне часцінак пылу ў пылаўлоўніках гэтага тыпу заснавана на рэзкім змяненні напрамку руху запыленага газавага патоку ў выніку ўстаноўкі на яго шляху перагародак, сценак, рэзкага павелічэння памераў газаводу і г.д. Пры гэтым газ абходзіць перашкоду, а часцінкі пылу, рухаючыся ў ранейшым напрамку (па інерцыі), асядаюць на перагародках і перамяшчаюцца ў пылазборнік. Маецца вялікая колькасць розных канструкцый пылаўлоўнікаў, працуючых па апісаным прынцыпе. Некаторыя канструкцыі дазваляюць манціраваць іх непасрэдна ў газаводах. Эфектыўнасць ачысткі ў інерцыйных пылаўлоўніках дасягае 65—85% для часцінак з памерамі больш 20 мкм, але можа быць і большай пры павелічэнні ΔP апарата.

Цыклоны (мал. 10.2,*в*). Аддзяленне пылу ў апаратах гэтага тыпу адбываецца ў выніку ўтварэння кругавога руху газавага патоку, якое забяспечваецца яго падачай ў цыліндрычны корпус па напрамку, супадаючым з датыкальнай да паверхні корпуса. Цэнтрабежная сіла, якая дзейнічае пры гэтым на часцінкі пылу, у дзесяткі і сотні разоў перавышае сілу цяжару. Яна забяспечвае рух часцінак пылу да сценкі цыклона і іх асаджэнне. Пылавы слой разам з часткай газу паступае ў бункер. Вызвалены ад пылу газавы паток утварае віхор, які паварочваецца на 180° у ніжняй частцы апарата і падымаецца да выхаду праз цэнтральную трубу.

Цыклоны маюць шэраг пераваг перад іншымі апаратамі для пылаўлоўлівання, што абумоўлена прастатой

будовы, адсутнасцю рухомых частак, высокай прадукцыйнасцю і невысокім коштам, магчымасцю эксплуатацыі ў шырокім дыяпазоне тэмператур і пры значных ваганнях запыленасці ачышчаемага газу.

Найбольш распаўсюджаныя цыклоны-пылаўлоўнікі забяспечваюць улоўліванне часцінак пылу памерам больш 10 мкм з эфектыўнасцю не менш 80%. Эфектыўнасць ачысткі цыклоннага апарата залежыць ад яго геаметрычных памераў, галоўным чынам дыяметра, уласцівасцяў пылу і газавага патоку. Чым меншы дыяметр, тым вышэйшая эфектыўнасць ачысткі. Аднак з памяншэннем дыяметра зніжаецца прадукцыйнасць апарата. Так, цыклон дыяметрам 0,25 м амаль поўнасцю затрымлівае часцінкі дыяметрам 5 мкм, а паўтараметровы цыклон — часцінкі, буйнейшыя за 12 мкм. Пры гэтым прадукцыйнасць большага цыклона ў 50 разоў вышэй. Высокую прадукцыйнасць пры высокай эфектыўнасці ачысткі можа забяспечыць батарэйны цыклон, які складаецца з вялікай колькасці малых цыклонаў (дыяметр 100—250 мм). Батарэйны цыклон мае агульныя калектары забруджаных і ачышчаных газаў і бункер для пылу (мал. 10.2,*г*).

Для ачысткі значных аб'ёмаў запыленых газаў пры адносна невысокай эфектыўнасці могуць выкарыстоўвацца групавыя цыклоны, якія прадстаўляюць сабой звычайныя цыклоны і маюць агульныя бункер і размеркавальныя прыстасаванні. Выбар тыпу, памераў цыклону праводзіцца на аснове інфармацыі аб расходзе забруджаных газаў, уласцівасцях часцінак пылу, патрабуемай ступені ачысткі, аб надзейнасці і кошце ачысткі.

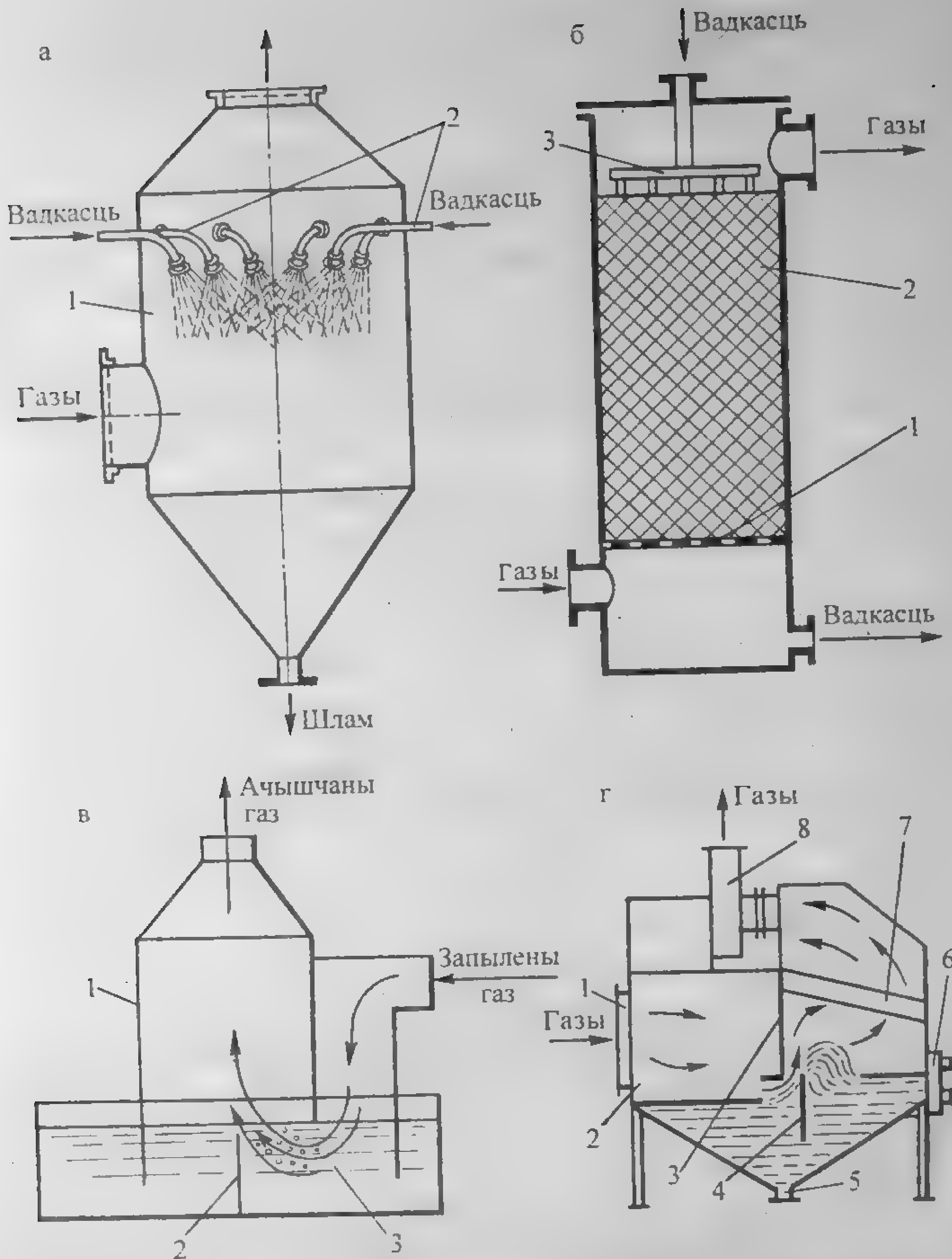
Віхравыя пылаўлоўнікі таксама адносяцца да цэнтрабежных пылаўлоўліваючых апаратаў. Апараты гэтага тыпу забяспечваюць улоўліванне часцінак памерам больш за 5 мкм з эфектыўнасцю 92%. Закручванне запыленага газавага патоку забяспечваецца спецыяльным завіхрыцелем, устаноўленым у ніжняй частцы апарата (мал. 10.2,*д*). Часціцы пылу з закручанага патоку перамяшчаюцца да перыферыі і пападаюць пад дзеянне струменю другаснага газу. Напрамак падачы струменю другаснага газу забяспечвае ўзнікненне другаснага віхру, які перамяшчае пыл у бункер. Вынас пылу з бунке-

ра прадухіляецца падпорнай шайбай. Другасны газ можа прадстаўляць сабой атмасфернае паветра, ачышчаны ці запылены газ, які праз соплы ці спецыяльныя прыстасаванні падаецца ў апарат. Атмасфернае паветра ў якасці другаснага газу выкарыстоўваецца, калі неабходна адначасова з ачысткай ахаладзіць газ. З усіх прыведзеных варыянтаў найбольш прывабным з'яўляецца выкарыстанне запыленага газу, што дазваляе павысіць прадукцыйнасць апарата на 40—65%. Віхравыя пылаўлоўнікі забяспечваюць эфектыўную ачыстку газаў ад пылу пры значных ваганнях расходу газу на ўваходзе ў апарат.

Дынамічныя пылаўлоўнікі прадстаўляюць сабой апараты, якія злучаюць у сабе функцыі машыны для перамяшчэння газавага патоку і пылаўлоўліваючае прыстасаванне. Дынамічны пылаўлоўнік спажывае больш энергіі, чым звычайны вентылятар з такімі ж параметрамі, але гэты расход меншы, чым пры раздзельнай эксплуатацыі вентылятара і пылаўлоўліваючага апарата. Выкарыстоўваецца ў сістэмах ачысткі дымавых газаў малых кацельняў, асфальтабетонных заводаў і інш.

Такім чынам, усе разгледжаныя сухія пылаўлоўліваючыя апараты выкарыстоўваюцца для ачысткі газаў ад часцінак з адносна вялікімі памерамі і могуць прымяняцца як у якасці самастойных прыстасаванняў, так і элементаў асноўнага тэхналагічнага абсталявання і пылаўлоўліваючых сістэм. У апошнім выпадку з іх дапамогай значна зніжаецца нагрузка на высокаэфектыўныя пылаўлоўнікі. Перавагай разгледжаных апаратаў з'яўляецца ўлоўліванне пылу ў сухім выглядзе, што значна аблягчае яго паўторнае выкарыстанне ці утылізацыю.

Мокрыя пылаўлоўнікі знайшлі шырокае прымяненне ў практыцы пылагазаачысткі па прычыне высокай эфектыўнасці выдалення часцінак памерам больш 0,3—1,0 мкм. Важнай перавагай гэтых апаратаў з'яўляецца магчымасць ачысткі ад пылу гарачых і выбухова небяспечных газаў. Адначасова з ачысткай ад аэразольных часцінак апараты гэтага тыпу могуць улоўліваць газа- і парападобныя рэчывы. Істотнымі недахопамі, абмяжоўваючымі іх прымяненне, з'яўляюцца ўлоўліванне



Мал. 10.3. Мокрыя пылаўлоўнікі:

а) фарсуначны скрубер: *1* — корпус; *2* — фарсункі; *б)* насадачны скрубер: *1* — рашотка; *2* — насадка; *3* — арашальнае прыстасаванне; *в)* барбатажны апарат: *1* — корпус; *2* — перагародка; *3* — вадкасць; *г)* апарат ударна-інерцыйнага дзеяння: *1* — уваходны патрубак; *2* — корпус; *3* — верхняя перагародка; *4* — ніжняя перагародка; *5* — зліўны патрубак; *6* — прыстасаванне для падтрымкі ўзроўню вады; *7* — кроплеўлоўнік; *8* — вентылятар.

пылу ў выглядзе мокрага шламу, неабходнасць пастаяннай ачысткі апаратаў, газаходаў, значныя энергазатраты. Энергаёмістасць пылаўлоўлівання ў мокрых

пылаўлоўніках састаўляе да 3000 Дж/м^3. Акрамя гэтага яны расходуюць некалькі літраў вады на 1 м^3 ачышчаемага аэразольнага патоку.

У апаратах мокрай ачысткі аэразольныя часцінкі асаджаюцца на паверхні кропель ці плёнкі вадкасці, а таксама могуць служыць цэнтрамі кандэнсацыі пары. У гэтай сувязі эфектыўнасць ачысткі ў многім вызначаецца ўмовамі кантакту дзвюх фаз — запыленага газу і вадкасці. Асаджэнне часцінак аэразолі адбываецца пад дзеяннем сіл інерцыі ці броўнаўскага руху. Акрамя гэтых сіл на працэс улоўлівання ўплываюць кандэнсацыя і выпарэнне, электрычны зарад часцінак, іх змочваемасць вадкасцю і інш. Па спосабу ўтварэння паверхні кантакту паміж газамі і вадкасцю мокрыя пылаўлоўнікі дзеляць на полыя, насадачныя, барбатажна-пенныя апараты, апараты ўдарна-інерцыйнага дзеяння, цэнтрабежныя скруберы, механічныя і скарасныя газапрамывальнікі. Скруберы — гэта агульная назва мокрых пылаўлоўліваючых апаратаў.

Полыя апараты (фарсуначныя скруберы) — прадстаўляюць сабой цыліндрычны корпус, у якім размешчаны фарсуначныя прыстасаванні для распылення вадкасці (мал. 10.3,*а*). Напрамкі руху вадкасці і газу могуць супадаць (праматок), быць супрацьлеглымі (проціток) ці перасякацца (перакосны ток). Фарсуначны скрубер можа быць усталяваны ў газаход ці дымавую трубу. Найбольш эфектыўна такія апараты ўлоўліваюць часцінкі памерамі больш за 10 мкм. Прадукцыйнасць апаратаў гэтага тыпу абмяжоўваецца хуткасцю патоку ачышчаемых газаў, якая не перавышае 1,5 м/с. Пры вялікіх хуткасцях значна ўзрастае ўнясенне кропель вадкасці, што істотна зніжае агульную эфектыўнасць ачысткі. Таму часта апараты гэтага тыпу аснашчаюцца кроплеўлоўнікамі.

Насадачныя скруберы выкарыстоўваюць пераважна для ўлоўлівання добра змочваемага пылу ці кропель вадкасці, калі разам з улоўліваннем аэразолі неабходна ахаладзіць выкідваемы газ і знізіць канцэнтрацыю ў ім забруджваючых газаў. Канструктыўна апараты гэтага тыпу ўяўляюць сабой калоны, запоўненыя целамі рознай формы (цыліндры, шары, сёдлы і г.д.; мал. 10.3,*б*). Насадка можа быць рухомай (вагацца) і нерухомай. На-

садка знаходзіцца на рашотцы, пад якую падаецца ачышчаемы газ. Зверху яна арашаецца вадкасцю. Эфектыўнасць ачысткі ў апаратах гэтага тыпу дасягае 90% пры ўлоўліванні часцінак памерам болей 2 мкм. Кроплеўнясенне мае значэнне пры хуткасцях газу, перавышаючых 3,0 м/с. Расход вадкасці ў насадачных скруберах залежыць ад напрамку адноснага руху газу і вадкасці і звычайна не перавышае 2,0—2,6 л/м^3 ачышчаемага газу. Істотным недахопам разглядаемых апаратаў з'яўляецца забіванне насадкі пры апрацоўцы моцна запыленых газаў.

Да барбатажна-пенных апаратаў адносяцца апараты, у якіх ачышчаемы газ у выглядзе пузыркоў праходзіць праз слой вадкасці. У барбатажных апаратах ачышчаемыя газы падаюцца ў вадкасць праз адтуліны ў трубе ці трубу (перагародку), якая апушчана ніжэй узроўню вадкасці (мал. 10.3,*в*). Пры гэтым ствараюцца ўмовы для драблення газаў на маленькія пузыркі. Найбольш эфектыўна пры гэтым улоўліваюцца часцінкі памерам больш 5 мкм.

У пенных апаратаў падвод газу ажыццяўляецца пад рашоткі з адтулінамі, якія размешчаны ў цыліндрычным корпусе. Рашоткі могуць быць правальнымі ці пераліўнымі. У першым выпадку падвод газаў і адвод вадкасці выконваецца праз адны і тыя дзірчастыя ці шчылінныя адтуліны, у другім — вадкасць адводзіцца па спецыяльных пераліўных трубах. Пры адпаведнай хуткасці газу на рашотках узнікае слой пены вышынёй да 100 мм, у якім і адбываецца ўлоўліванне (фіксацыя) часцінак аэразолі. Расход вадкасці на арашэнне складае 0,2—0,3 л/м^3. Агульнымі недахопамі полых, насадачных і барбатажна-пенных апаратаў з'яўляюцца вялікія памеры, невысокая эфектыўнасць пры ўлоўліванні малых часцінак, значнае кроплеўнясенне.

Апараты ўдарна-інерцыйнага дзеяння забяспечваюць улоўліванне пылу з газавага патоку за лік яго ўдару аб паверхню вадкасці і наступнага праходжання газу — вадкаснай сумесі праз адтуліны球 рознай канфігурацыі. Пры ўдары ўзнікаюць кроплі вадкасці дыяметрам 300—400 мкм, на якіх і асаджваюцца часцінкі пылу. Памеры і канфігурацыя адтуліны залежаць ад узроўню вадкасці ў апараце. Таму апараты гэтага тыпу забяспеч-

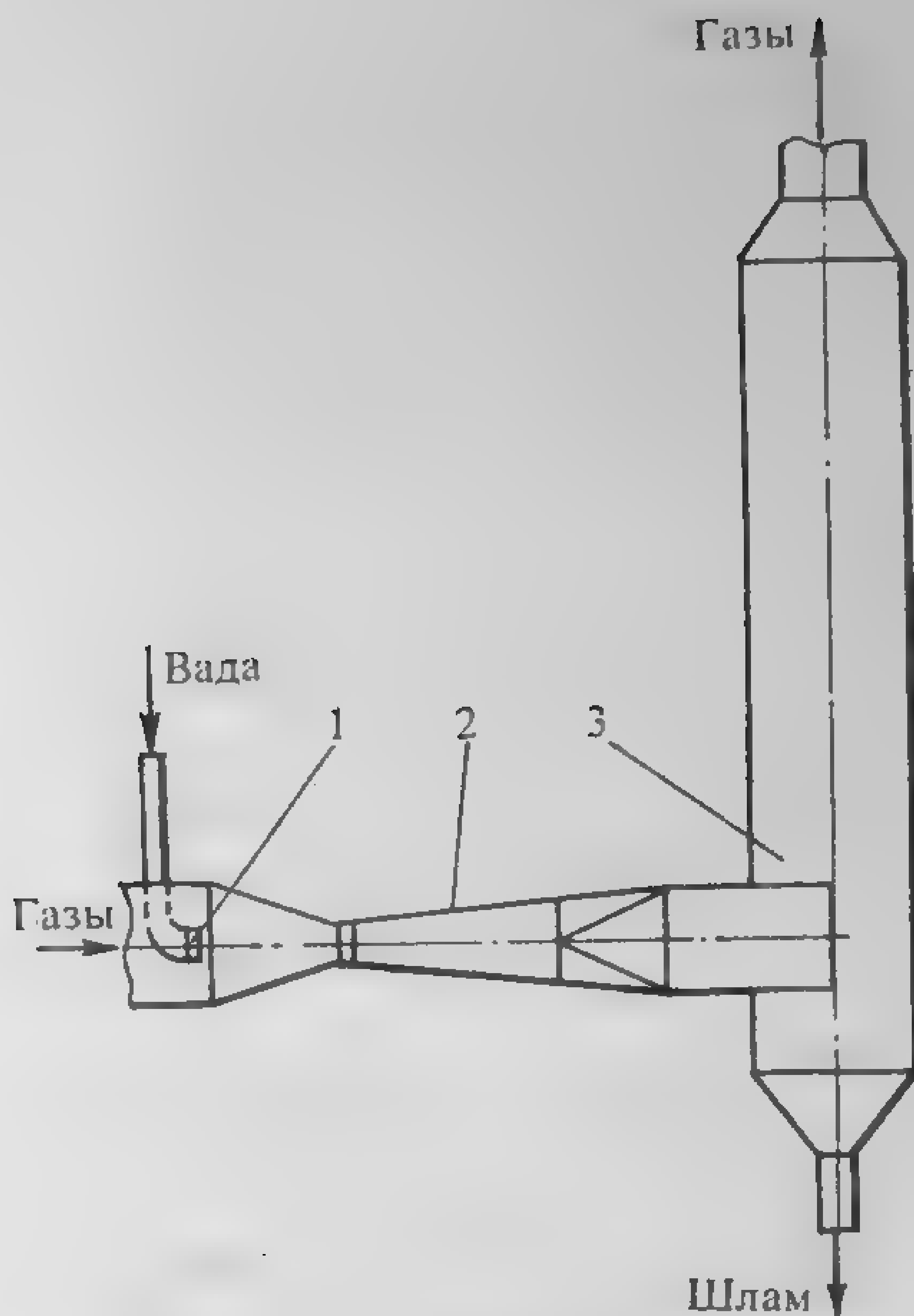
ваюцца сістэмай падтрымкі пастаяннага ўзроўню вадкасці. Расход вады не перавышае 0,03—0,13 л/м^3. Апараты гэтага тыпу эфектыўна ўлоўліваюць часцінкі памерам 1 мкм і вышэй. На мал. 10.3,*г* паказана схема распаўсюджанага пылаўлоўніка ПВМ.

У **цэнтрабежных скруберах** выкарыстаны прынцып выдалення з газавага патоку аэразольных часцінак, які мае месца ў цыклонах. Закручванне газавага патоку забяспечваецца тангенцыяльным падводам газаў ці выкарыстаннем спецыяльнага прыстасавання. Расход арашальнай вадкасці складае 0,13—0,65 л/м^3 газаў. Вадкасць можа падавацца ў цэнтральную частку апарата ўздоўж сценак ці ў выглядзе плёнкі, якая сцякае па сценках апарата. Эфектыўнасць ачысткі па часцінках памерам 1 мкм і вышэй можа складаць больш за 97%.

Найбольш эфектыўнымі мокрымі пылаўлоўліваючымі апаратамі з'яўляюцца **скарасныя газапрамывальнікі**. Работа гэтых апаратаў заснавана на драбленні вадкасці на вельмі малыя кроплі газавым патокам, які рухаецца з хуткасцю да 150 м/с. Высокая эфектыўнасць улоўлівання часцінак пылу забяспечваецца высокімі адноснымі хуткасцямі іх руху паміж кроплямі вады, інтэнсіўным перамешваннем газавага патоку.

Самымі распаўсюджанымі апаратамі гэтага класа з'яўляюцца скруберы Вентуры. Агульнай канструктыўнай асаблівасцю апаратаў гэтага тыпу можна назваць наяўнасць трубы, якая паступова звужаецца з боку ўводу газу (канфузор) і расшыраецца на выхадзе (дыфузор) (мал. 10.4). Паміж канфузорамі і дыфузорам знаходзіцца гарлавіна. Ваду часцей за ўсё падаюць у гарлавіну ці перад ёй. Расход вады складае каля 0,8 л/м^3. Прадукцыйнасць скрубераў Вентуры можа дасягаць 500 000 м^3/гадзіну, ΔP — 30 кПа. З высокай эфектыўнасцю апараты гэтага тыпу затрымліваюць часцінкі памерамі 0,1 мкм і вышэй.

Характэрнай асаблівасцю работы ўсіх мокрых пылаўлоўнікаў з'яўляецца ўнясенне кропляў вадкасці, выкарыстоўваемай для выдалення пылу (кроплеўнясенне). Кроплеўнясенне не толькі зніжае эфектыўнасць ачысткі, але пагаршае ўмовы работы апарата па прычыне забівання і закупорвання газаходаў, фарсунак,



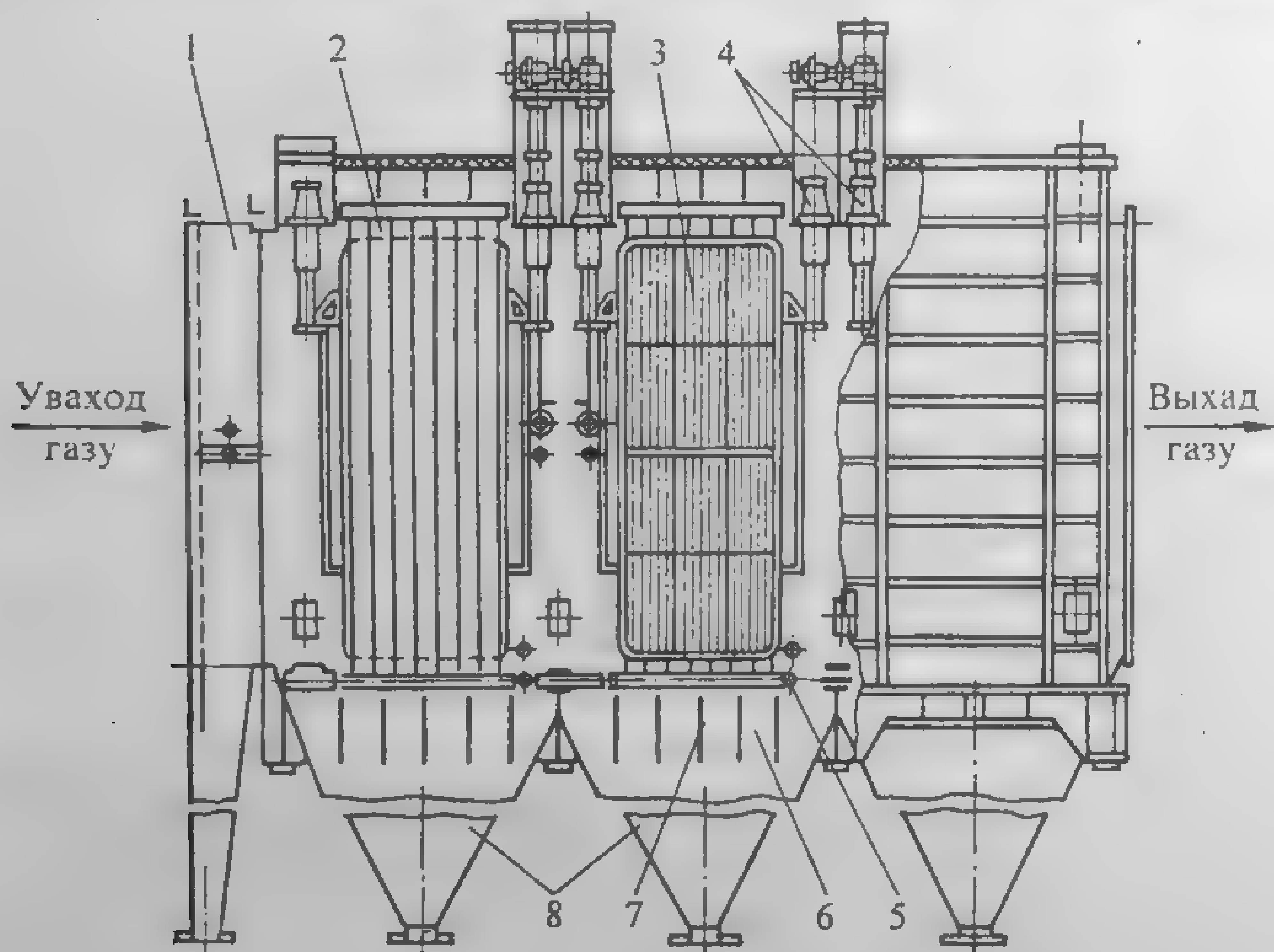
Мал. 10.4. Скрубер Вентуры:
1 — сістэма арашэння; *2* — труба Вентуры; *3* — кроплнеўлоўнік.

выхаду са строю вентылятараў і г.д. Прычым з павелічэннем эфектыўнасці пылаўлоўлівання расце крогшеўнясенне і павялічваецца расход вадкасці.

Кроплеўлоўліванне забяспечваецца ўстаноўкай у апараце і па-за ім прыстасаванняў, падобных па канструкцыі з пылаўлоўнікамі — цэнтрабежнымі, інерцыйнымі, гравітацыйнымі. У якасці кроплеўлоўнікаў могуць таксама выкарыстоўвацца валакністыя і электрафільтры.

Зніжэнне расходу вадкасці на арашэнне забяспечваецца стварэннем абаротнай сістэмы водазабеспячэння з ачысткай (рэгенерацыяй) арашаючай вадкасці. Затраты на сістэму водазабеспячэння складаюць значную долю ў агульных капітальных і эксплуатацыйных затратах. Наяўнасць сістэмы абаротнага водазабеспячэння, неабходнасць ачысткі сцёкавых вод робіць скруберныя сістэмы па кошту амаль аднолькавымі з адносна ”дарагімі” сістэмамі ачысткі, напрыклад тканіннымі фільтрамі.

Электрафільтры (мал. 10.5). Ачыстка газаў ад аэразольных часцінак адбываецца ў выніку дзеяння электрычных сіл. Для таго каб аэразольныя часцінкі выдаляліся з газавага патоку ў электрычным полі, яны павінны мець электрычны зарад аднаго знака. Многія працэсы ўтварэння аэразоляў суправаджаюцца зарадкай часцінак, але пры гэтым яны набываюць зарады абодвух знакаў. Зарадка часцінак зарадам аднаго знака ў электрафільтрах адбываецца ў каронным разрадзе, які ўзнікае вакол правадніка пры высокай напружанасці электрычнага поля (да 250 000 В/м). У такім электрычным полі працякае іанізацыя газавых малекул і аэразольных часцінак і ўзнікае мноства носьбітаў электрычных зарадаў, якія набываюць уласцівасць рухацца ў электрычным полі з хуткасцю да 0,1 м/с. Каронны разрад звычайна лакалізаваны паміж асаджвальным і каранірукочым электродамі. Зараджаныя часцінкі перамяшчаюцца ў электрычным полі ў напрамку да асаджвальнага электрода і асаджаюцца на ім. Назапашаны



Мал. 10.5. Схема электрафільтра:
1 — газаразмеркавальная рашотка; *2* — асаджвальныя электроды; *3* — каранірукочыя электроды; *4* — апорныя ізалятары; *5* — механізм трасення электродаў; *6* — корпус; *7* — газаадсякаючыя лісты; *8* — бункеры.

на асаджвальных электродах слой пылу перыядычна разбураецца за лік іх патрэсвання і збіраецца ў спецыяльным бункеры. Пры ўлоўліванні ў электрафільтрах туманаў ачыстка асаджальных электродаў адбываецца сама па сабе ці шляхам прамыўкі. Існуе вялікая колькасць канструкцый электрафільтраў, якія адрозніваюцца напрамкам падачы газаў, формай электродаў, размяшчэннем зон зарадкі і асаджэння, колькасцю секцый і г.д.

Найбольш распаўсюджаны электрафільтры з пласціністымі і радзей ▪ трубчастымі асаджвальнымі электродамі. У электрафільтрах з пласцінiстымі асаджвальнымі электродамі паміж імі нацягнуты караніруючыя, якія ўяўляюць сабой у самым простым варыянце дрот. У трубчастых электрафільтрах асаджвальныя электроды маюць выгляд цыліндра (трубы), унутры якога па цэнтры размешчаны караніруючы электрод.

Эфектыўнасць работы электрафільтраў залежыць ад уласцівасцяў часціц аэрозолі і газу, хуткасці і раўнамернасці размеркавання газавага патоку па сячэнню апарата і шэрагу іншых фактараў.

Сярод уласцівасцяў аэразольных часцінак важнейшай з'яўляецца электраправоднасць, якая характарызуе здольнасць да іанізацыі ў электрычным полі. Здавальняюча ўлоўліваюцца ў электрафільтрах часцінкі, якія маюць удзельнае электрычнае супраціўленне менш чым 10^{10} Ом·м. Хуткасць газу ў свабодным сячэнні апарата звычайна не перавышае 1 м/с, таму што пры большых значэннях гэтага параметра назіраецца вынас пылу патокам ачышчаных газаў у перыяд ачысткі асаджальных электродаў пры дапамозе ўстрэсвання. Інтэрвал паміж устрэсваннем асаджальных электродаў залежыць ад канцэнтрацыі аэразольных часцінак на ўваходзе ў апарат і можа вагацца ад 5 хвілін да 2—3 гадзін.

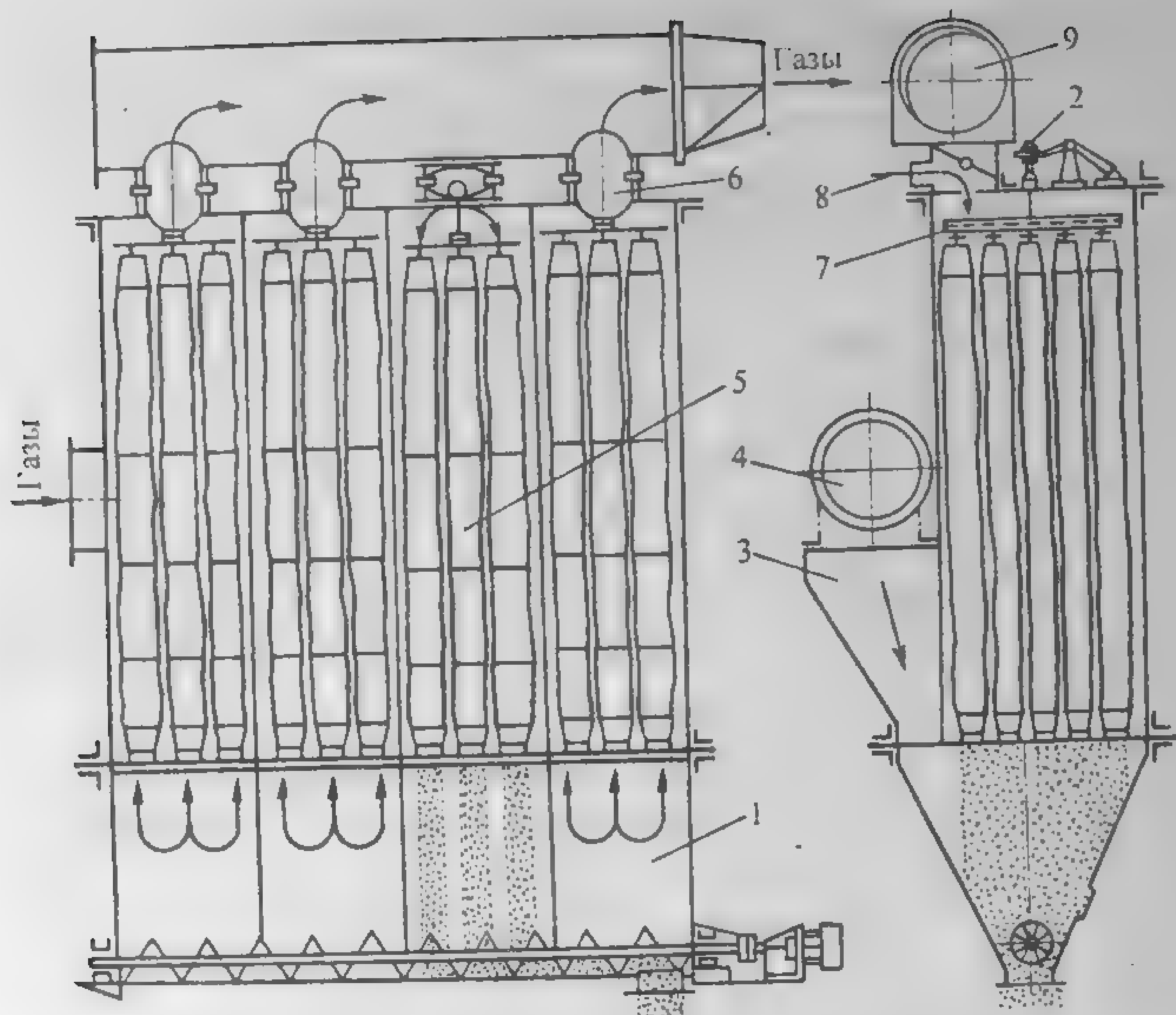
Характарыстыкамі электрафільтраў, якія абумовілі іх шырокае распаўсюджванне ў практыцы ачысткі выкідаў, з'яўляюцца: высокая эфектыўнасць ачысткі (да 99%) ; нізкія энергазатраты (гідраўлічнае супраціўленне 150—200 Па, расход электраэнергіі 0,1—0,5 кВт·г на 1000 м^3); шырокі інтэрвал рабочых тэмператур (да 500°С); магчымасць улоўлівання часцінак памерам 100—0,1 мкм і меней пры іх утрыманні ў газавым патоку да 50 г/м^3 і больш.

Фільтраванне з выкарыстаннем фільтравальных перагародак з рознымі характарыстыкамі таксама шырока распаўсюджана ў практыцы ачысткі газаў ад цвёрдых і вадкіх аэразольных часцінак, пры ачыстцы паветра ў сістэмах прытокавай і выцяжной вентыляцыі прамысловых і жылых пабудоў. Яно адносіцца да найбольш эфектыўных метадаў ачысткі газаў ад аэразольных часцінак. Фільтры забяспечваюць выдаленне часцінак памерам 0,01 мкм і вышэй у шырокім дыяпазоне канцэнтрацый і тэмператур.

Выкарыстоўваемыя ў фільтрах фільтравальныя перагародкі разнастайныя па структуры, прыродзе прымененых матэрыялаў. У большасці яны складаюцца з валакністых ці зярністых элементаў. Найбольш распаўсюджаны гібкія порыстыя перагародкі ў выглядзе тканіны, нятканых матэрыялаў (лямец, папера, кардон, іголкапрабіўныя матэрыялы), сфармаваныя з прыродных, сінтэтычных ці мінеральных валокнаў. Акрамя названых матэрыялаў для фільтравання выкарыстоўваюцца порыстыя перагародкі, сфармаваныя са спецыяльна ўкладзеных ці свабодна насыпаных на апорныя прыставанні валокнаў, стружкі, жвіру, вугалю і г.д. Фільтраванне можна весці таксама на цвёрдых порыстых фільтрах (кераміка, порыстыя шкло і пластмасы і інш.).

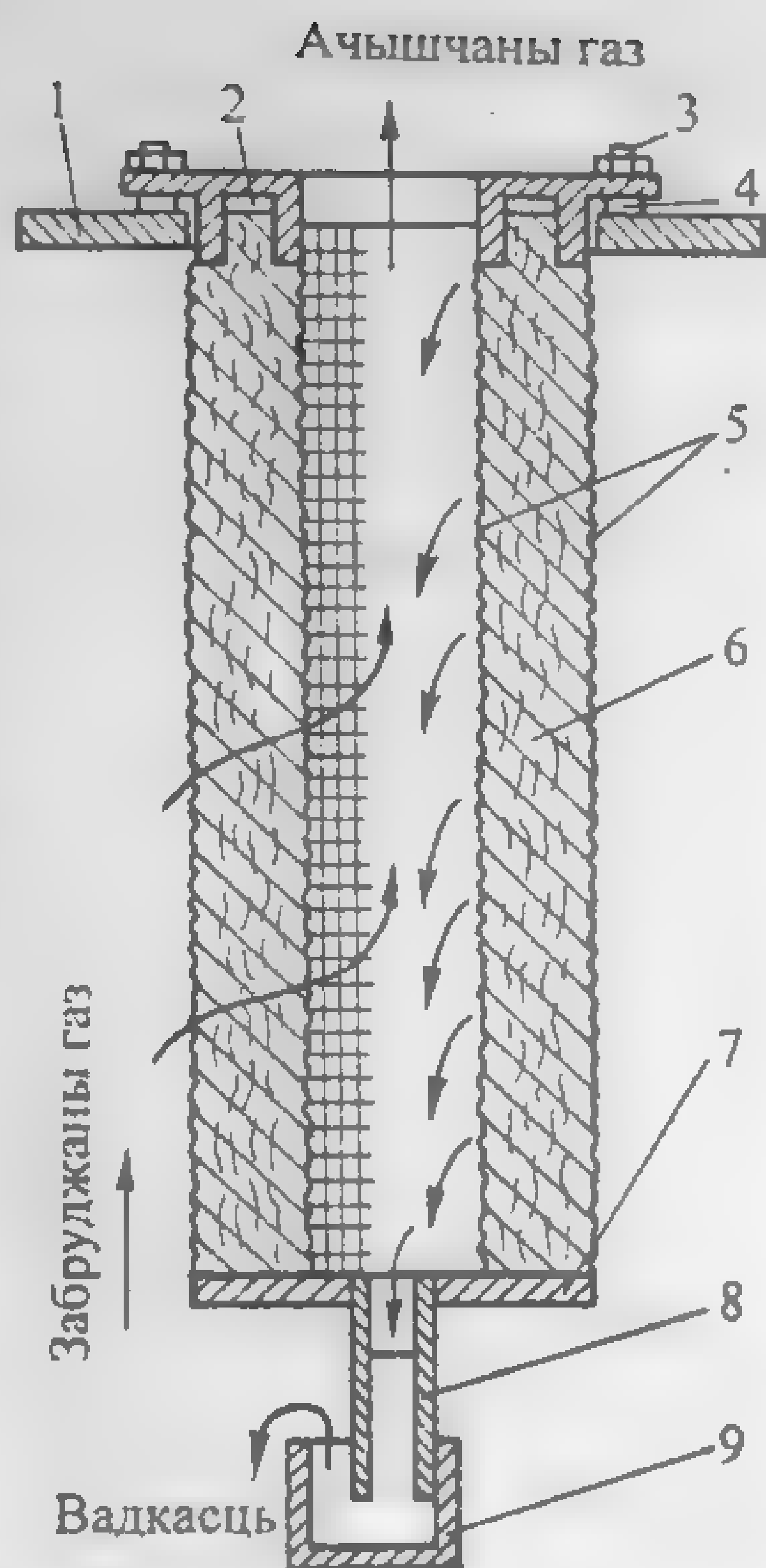
Пры выбары канкрэтнага тыпу фільтравальнай перагародкі і канструкцыі апарата ўлічваюцца структурныя характарыстыкі порыстых перагародак, уласцівасці ўлоўліваемых часцінак, залежнасць эфектыўнасці ачысткі ад гідраўлічнага супраціўлення, магчымасць рэгенерацыі. Фільтры з рэгенерацыяй звычайна выкарыстоўваюцца для ачысткі газаў са значнай канцэнтрацыяй аэразольных часцінак і тады, калі рэгенерацыя працякае самаадвольна.

Найбольш вядомымі і распаўсюджанымі з'яўляюцца **рукаўныя фільтры**, сваю назву атрымаўшыя за формы фільтравальнай перагародкі, якая прадстаўляе сабой рукаў з тканіны дыяметрам да 600 мм і даўжынёй да 10—12 м (мал. 10.6). Такія фільтры выкарыстоўваюцца для ўлоўлівання выключна пылу. Корпус фільтра раздзелены на некалькі секцый, у кожнай з якіх раз-



Мал. 10.6. Рукаўны фільтр:
1 — бункер; *2* — механізм трасення; *3* —калектар; *4* — газаход запыленых газаў; *5* — секцыя фільтра, якая знаходзіцца на рэгенерацыі; *6* — клапаны газаў; *7* — рамы падвесу рукавоў; *8* — прадувачны клапан; *9* — выхадны калектар.

мешчана некалькі рукавоў. Запылены газ падаецца ўнутр ці са знешняга боку рукавоў і, фільтруючыся праз тканіну, выходзіць у газавод чыстага газу. Часцінкі пылу асаджаюцца на паверхні рукавоў. Пасля дасягнення гранічнага значэння запыленасці тканіны, якое ўстанаўліваецца па гідраўлічнаму супраціўленню, фільтр пераводзіцца ў рэжым рэгенерацыі (вызваленне тканіны ад затрыманага пылу). У тканінных фільтрах тканіна выконвае ролю нясучай паверхні, служыць асновай для фарміравання і ўтрымання слоя пылу. Пры рэгенерацыі выдаляецца не ўвесь пыл (рэгенерацыя праводзіцца не да канца). Частка пылу застаецца ўнутры тканіны паміж валокнамі, за кошт чаго захоўваецца высокая эфектыўнасць ачысткі, таму пры рэгенерацыі нельга дапускасць "пераачысткі" тканіны. Рэгенерацыю тканінных фільтраў праводзяць адваротным прадзіманнем, механічным устрэсваннем.



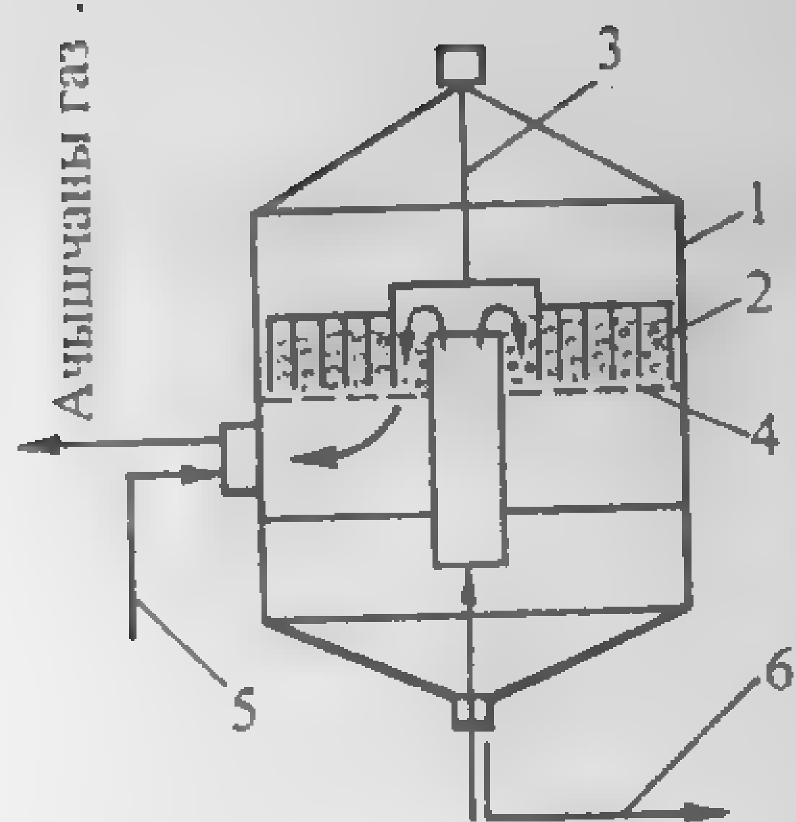
Мал. 10.7. Фільтруючы элемент валакністага фільтра:
1 — апорная трубчастая перагародка; *2* — ушчыльняльны патрубак-фланец; *3* — шпілька; *4* — пракладка; *5* — сетка; *6* — валакністы слой; *7* — днішча; *8* — трубка гідразатвора; *9* — стакан.

У адрозненне ад тканінных у **валакністых фільтрах** выкарыстоўваюць у якасці фільтравальнай перагародкі слаі валокнаў таўшчынёю ад 0,1 мм да 2 м і разлічаныя на ўлоўліванне і накапленне часцінак аэразоляў пераважна па ўсёй таўшчыні перагародкі. У іх адсутнічаюць скразныя адтуліны. Валакністыя фільтры выкарыстоўваюцца для тонкай ачысткі газаў з эфектыўнасцю не менш 99%. Эфектыўнасць ачысткі вызначаецца галоўным чынам таўшчынёй валокнаў (ад 0,1 да 100 мкм), з якіх складаецца фільтравальная перагародка, яе структурай і пругкасцю.

Рэгенерыруюцца валакністыя фільтры ў параўнанні з тканінавымі значна цяжэй і часта рэгенерацыі наогул не падлягаюць. Калі ўлоўліваюцца вадкія часціцы, тады рэгенерацыя дасягаецца шляхам самаачышчэння альбо перыядычнай ці бесперапыннай прамыўкі фільтравальнай перегародкі. Гэта мае месца,напрыклад, пры ўлоўліванні туманаў, выкарыстанні фільтраў у якасці кроплеўлоўніка (мал. 10.7).

Існуе мноства канструкцый валакністых фільтраў, якія адрозніваюцца кампаноўкай і таўшчынёй перагародкі, спосабам рэгенерацыі, колькасцю фільтравальных перагародак. Валакністыя фільтры выкарыстоўваюцца ў сродках індывідуальнай абароны (рэспіратары).

Зярністыя фільтры (мал. 10.8) выкарыстоўваюцца там, дзе прымяненне тканінавых і электрафільтраў немэтазгодна. Яны знайшлі распаўсюджванне ў цэментнай, хімічнай прамысловасці. Фільтруючы слой у гэ-



Мал. 10.8. Зярністы фільтр:
1 — корпус; *2* — зярністы фільтруючы слой; *3* — варушылка з прывадам; *4* — рашотка; *5* — падвод паветра пры рэгенерацыі; *6* — адвод пылу пры рэгенерацыі.

тых фільтрах складаецца з зерняў сферычнай ці іншай формы. Для фарміравання слаёў прымяняюцца пясок, галька, шлак, драблёныя горныя пароды і г.д. Іх атрымліваюць з адыходаў вытворчасці, прыродных матэрыялаў. Слой можа быць рухомым ці нерухомым. Перавагай зярністых фільтраў з'яўляецца даступнасць фільтруючых матэрыялаў, магчымасць работы пры высокіх тэмпературах і ў агрэсіўным асяродку, стабільнасць работы і высокая эфектыўнасць ачысткі.

Трэба адзначыць, што канструкцыі абсталявання для ачысткі газаў ад цвёрдых і вадкіх часцінак няспынна ўдасканальваюцца. Па кожным з апісаных метадаў ачысткі распрацаваны тыпавыя канструкцыі апаратаў рознай прадукцыйнасці, на якія арыентуюцца пры праектаванні сістэм ачысткі. Неабходнасць распрацоўкі (праектавання) новай канструкцыі ўзнікае тады, калі па ўмовах эксплуатацыі тыпавы апарат не "ўпісваецца" ў існуючыя схемы размяшчэння абсталявання ці калі ўласцівасці і склад выкідаў не дазваляюць атрымаць патрабуемую эфектыўнасць ачысткі. Можна з упэўненасцю сказаць, што няма такіх аэразольных часцінак, якія нельга выдаліць з газавага патоку. Уся складанасць у значным кошце многіх газаачышчальных установак. Але выдаткі, безумоўна, апраўданы, калі ўлічваць урон, які наносіцца навакольнаму асяроддзю.

10.5. АЧЫСТКА ГАЗАПАВЕТРАНЫХ ВЫКІДАЎ АД ТАКСІЧНЫХ ГАЗАЎ І ПАРЫ

Ачыстка газапаветраных выкідаў ад газаў і пары з'яўляецца больш складанай задачай у параўнанні з выдаленнем з газавага патоку аэразоляў. Тлумачыцца гэта тым, што ў гэтым выпадку маюць справу з гамагеннай сістэмай, дзе адсутнічае паверхня раздзелу фаз. Улоўліванне таксічных газаў і пары з газавых сумесяў грунтуецца на розных хімічных і фізіка-хімічных уласцівасцях кампанентаў. Развіццё і выкарыстанне метадаў

ачысткі газапаветраных выкідаў ішло больш павольна, што не ў апошнюю чаргу звязана з тым, што гэтыя выкіды часта не бачныя, як, напрыклад, дым, і таму не атаясамліваюцца з забруджваннем навакольнага асяроддзя. У апошні час абясшкоджванню газапаветраных выкідаў ад таксічных газаў і пары ўдзяляецца асаблівая ўвага. Гэтыя выкіды адрозніваюцца вельмі разнастайным саставам, часта змяшчаюць адразу некалькі (іншы раз дзесяткі) кампанентаў.

Ачыстку газапаветраных выкідаў ад газаў і пары можна арганізаваць з рэкуперацыяй (выдаленне забруджваючага рэчыва і вяртанне яго ў нязменным выглядзе для паўторнага выкарыстання) улоўленых кампанентаў ці іх разбурэннем, пераводам у нетаксічныя формы і злучэнні (абясшкоджванне). У першым выпадку — гэта абсорбцыя і адсорбцыя, кандэнсацыйныя метады, у другім — тэрмічныя, тэрмакаталітычныя, біялагічныя, радыяцыйна-хімічныя метады. Прычым у выпадку прымянення некаторых спосабаў рэгенерацыі адсарбента ці абсарбента адсорбцыя і абсорбцыя не забяспечваюць рэкуперацыю. Коратка разгледзім асноўныя з гэтых метадаў.

Абсорбцыя з'яўляецца шырока распаўсюджаным у хімічнай тэхналогіі масаабменным працэсам паміж вадкасцю і газам. Яна шырока выкарыстоўваецца пры вытворчасці мінеральных кіслот, угнаенняў і іншай прадукцыі хімічнай прамысловасці. Рухаючай сілай абсорбцыі служыць *фізічнае (растварэнне ў вадзе) ці хімічнае ўзаемадзеянне паглынальніка (вадкасці) і выдаляемага (паглынаемага) з газавай сумесі кампанента.* Абсорбцыя ідзе толькі тады, калі існуе станоўчая рознасць паміж канцэнтрацыяй паглынаемага кампанента ў газавай фазе і канцэнтрацыяй гэтага кампанента над плёнкай вадкасці. Апошняе для фізічнай абсорбцыі непасрэдна залежыць ад канцэнтрацыі кампанента ў аб'ёме вадкасці. Калі разглядаемыя канцэнтрацыі роўныя між сабой, то гавораць, што ўсталявалася раўнавага паміж газавай фазай і вадкасцю па паглынаемым рэчыве. Пры раўнавазе хуткасць працэсу паглынання газавага кампанента роўная хуткасці працэсу выдалення яго з вадкасці. Апошні працэс пераважае, калі рознасць паміж разглядаемымі канцэнтрацыямі адмоў-

ная. Называецца ён дэсорбцыяй і ляжыць у аснове рэгенерацыі абсарбенту і рэкуперацыі ўлоўленага кампанента.

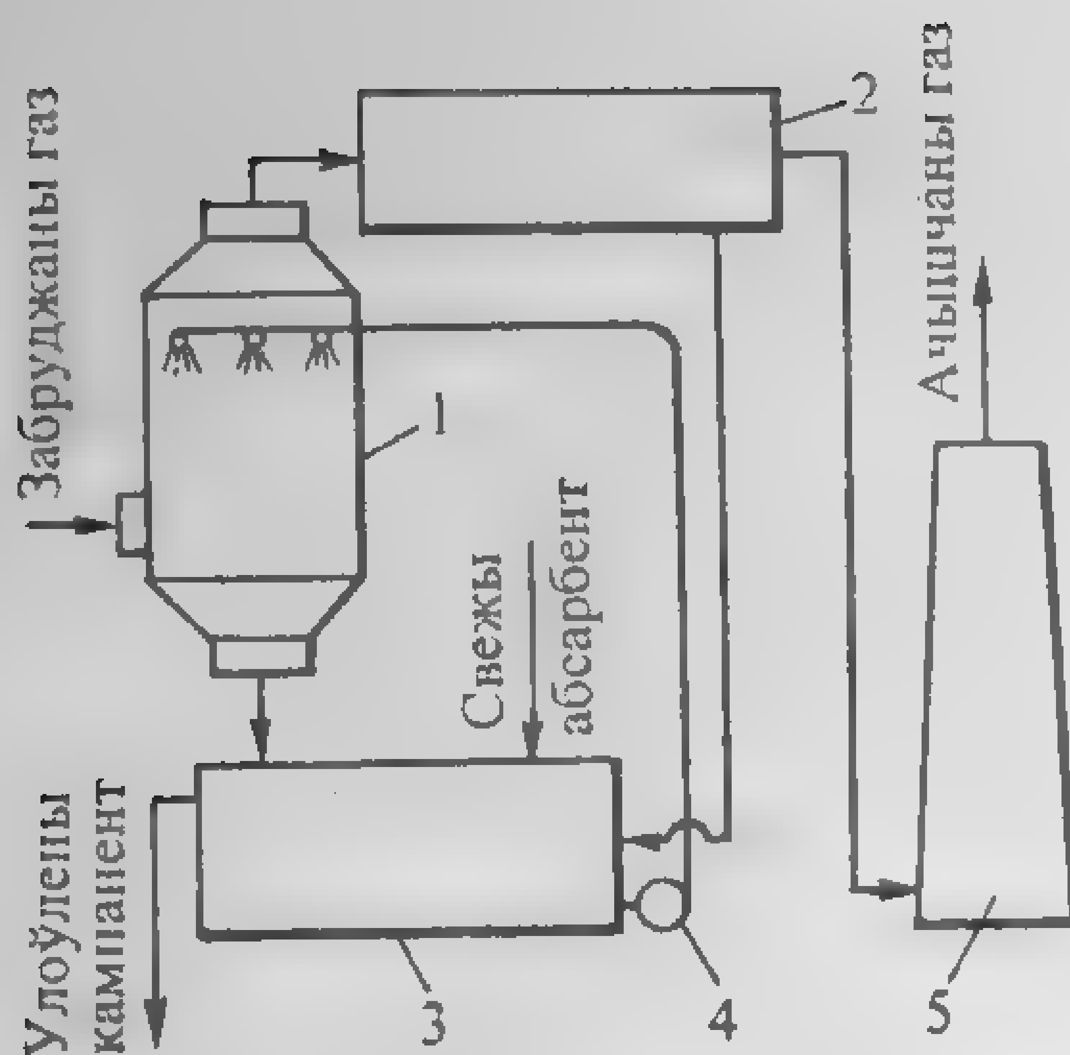
Найбольш распаўсюджаным абсарбентам з'яўляецца вада. Зразумела, каб газ мог паглынацца вадой, ён павінен у ёй добра растварацца пры тэмпературы працэсу. Пры малой растваральнасці патрэбны вялікія расходы вады. Вада мае высокую паглынальную здольнасць у адносінах да кіслых газаў — HCl, HF, SiF_4 і інш. Газы з меншай растваральнасцю (SO_2, Cl_2, H_2S, NO_2) лягчэй абсарбіруюцца не чыстай вадой, а шчолачнымі растворамі (суспензіямі) NaOH , $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3 і інш.

Дабаўка хімічных рэагентаў значна павялічвае рухаючую сілу масаперадачы, хуткасць і паўнату выдалення забруджваючага рэчыва, але, з другога боку, у некаторай ступені ўскладняе правядзенне працэсу, патрабуе распрацоўкі спецыяльных метадаў рэгенерацыі абсарбента і рэкуперацыі ўлоўленых рэчываў.

У меншай ступені распаўсюджаны нeconводныя абсарбенты — арганічныя вадкасці. Найбольш мэтазгодна іх выкарыстоўваць для выдалення арганічных забруджванняў пры адсутнасці ў газавым патоку цвёрдых часцінак. Яны адносна лёгка рэгенерыруюцца, але пры рабоце абсарбцыйнай сістэмы на арганічных вадкасцях існуе небяспека другаснага забруджвання ачышчаных газаў парамі гэтых вадкасцяў. Акрамя таго, такі абсарбент каштуе даволі дорага.

Абсарбцыйная сістэма (гл.мал.10.9) можа быць простай (праматочнай), у якой вадкасць выкарыстоўваецца толькі адзін раз і выдаляецца з сістэмы, ці складанай, у якой абсарбент рэгенерыруецца і вяртаецца ў сістэму. Спосаб рэгенерацыі залежыць ад канцэнтрацыі і ўласцівасцяў (хімічнага складу) злучэння, у выглядзе якога выдалены забруджваючы кампанент. Простая сістэма амаль не выкарыстоўваецца, таму што яе работа суправаджаецца ўзнікненнем значных аб'ёмаў малаканцэнтраваных сцёкавых вадкасцей, вялікімі расходамі абсарбента, практычнай немагчымасцю рэкуперацыі ўлоўленага кампанента.

Калі забруджваючае рэчыва з газавага патоку абсарбіруецца ў чыстым выглядзе, яго практычна заўсёды



Мал. 10.9. Абсарбцыйная сістэма:
1 — абсорбер; *2* — кроплеўлоўнік; *3* — рэгенерацыя абсарбента; *4* — помпа; *5* — труба для адводу ачышчаных газаў.

можна атрымаць канцэнтраваным (напрыклад, адгонкай) ці перапрацаваць у іншыя карысныя прадукты. Калі пры абсорбцыі ў вадкасці ўтвараюцца нерастваральныя прадукты, то іх выдаляюць адстойваннем ці фільтраваннем, а потым перапрацоўваюць ці абясшкоджваюць.

Для арганічных забруджвальнікаў найбольш эфектыўным спосабам рэгенерацыі часцей за ўсё з'яўляецца адгонка і выдзяленне рэчыва ў канцэнтраваным выглядзе. Нават тады, калі пасля гэтага ўлоўленыя рэчывы выкарыстоўваюцца ў якасці паліва. Калі арганічнае рэчыва, якое выдаляецца з газавага патоку, здольна разбурацца біялагічнымі метадамі, то эканамічнай у некаторых выпадках можа быць адна- ці двухразовая абсорбцыя вадой з наступным біялагічным акісленнем улоўленых рэчываў, асабліва калі растворы моцна разбаўлены і адгонка звязана са значнымі затратамі.

Акрамя названых існуюць і іншыя метады рэгенерацыі адпрацаванага абсарбцыйнага раствору. Да іх адносяцца апрацоўка акісляльнікамі, гідроліз, узаемадзеянне з іншымі рэагентамі, у выніку чаго атрымліваюць нерастваральныя рэчывы, якія нескладана выдзеліць адстойваннем і г.д. Трэба адзначыць, што ўсе разгледжаныя метады рэгенерацыі абсарбента падобны на метады ачысткі сцёкавых вод, якія мы разгледзім у главе 11.

Акрамя вузла рэгенерацыі абсарбцыйная сістэма ўключае стадыю рэгулявання тэмпературы. Абсарбент перад падачай у абсорбер ахалоджваецца. Неабходнасць гэтага выклікана тым, што пры абсорбцыі выдзяляецца іншы раз значная колькасць цяпла (абсорбцыя — экзатэрмічны працэс), а з павышэннем тэмпературы рухаючая сіла абсорбцыі змяншаецца. Гэта вядзе да няпоўнай ачысткі выкідаў.

Апараты для правядзення абсорбцыі — абсорберы канструктыўна амаль не адрозніваюцца ад разгледжаных намі скруберных сістэм улоўлівання аэразоляў. У абсорберах пастаянна ўтвараецца новая паверхня раздзелу фаз, не насычаная забруджваючымі рэчывамі. Чым большая велічыня паверхні раздзелу фаз прыходзіцца на адзінку аб'ёму апарата, тым больш інтэнсіўна і з большай глыбінёй ідуць масаабменныя працэсы. Часцей за ўсё перавагу аддаюць насадачным супрацьточным калонам, якія пры невялікіх памерах характарызуюцца высокай хуткасцю масапераносу. Супрацьток характарызуецца рухам вадкасці і газу ў процілеглых напрамках. У практыцы газаачысткі абсорбцыя шырока выкарыстоўваецца для ўлоўлівання аксідаў серы, галагенаў і іх злучэнняў.

Адсорбцыя адносіцца да найбольш эфектыўных метадаў ачысткі і абясшкоджвання як газавых выкідаў, так і сцёкавых вод. Яна дазваляе выдаляць забруджваючыя рэчывы ў шырокім дыяпазоне канцэнтрацый з высокай эфектыўнасцю і выкарыстоўваецца як для ачысткі, так і для даачысткі выкідаў пасля менш эфектыўных апаратаў. *Адсорбцыя — гэта ўтрыманне на паверхні цвёрдага цела малекул рэчыва з газавай ці вадкай фазы за кошт сіл фізічнай ці хімічнай прыроды.* Фізічная адсорбцыя — зваротны працэс, які суправаджаецца дэсорбцыяй. Колькасць сарбіраванага адсарбентам рэчыва залежыць ад суадносін хуткасцей адсорбцыі і дэсорбцыі. З паніжэннем тэмпературы хуткасць дэсорбцыі памяншаецца і паглынальная здольнасць адсарбента расце. Адсорбцыя заўсёды суправаджаецца павышэннем тэмпературы (адсорбцыя — экзатэрмічны працэс), таму неабходна адсарбент ці ачышчаемы газ ахалоджваць.

Хімічная адсорбцыя (хемасорбцыя) — незваротны

працэс. Таму ўлоўлены кампанент можна выдаліць толькі з часткай адсарбенту. Пры фізічнай адсорбцыі адсарбент можа рэгенерыравацца практычна поўнасцю.

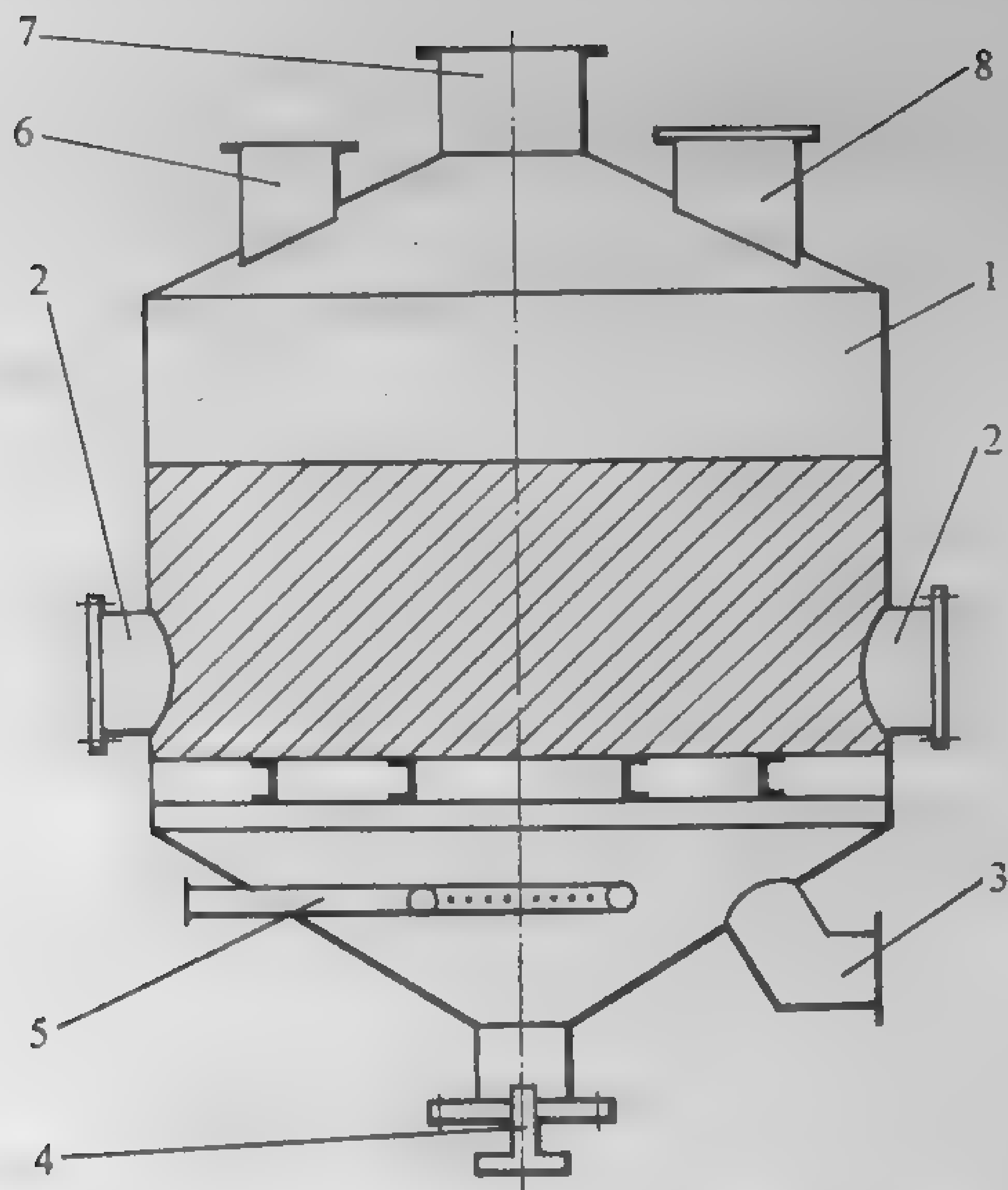
Адсарбенты характарызуюцца вялікай удзельнай паверхняй, якая прыходзіцца ў асноўным на мікрапоры — каналы з радыусам $1{,}5 \times 10^{-9}$ м, якія сувымераны з памерамі адсарбіраваных малекул. Паверхня, якая прыходзіцца на 1 г адсарбента, можа дасягаць да 1000 $м^2$. Макрапоры і пераходныя поры маюць адпаведна радыус больш за 2×10^{-7} м і $1{,}5 \times 10^{-7}$ — 2×10^{-7} м. Макра- і часткова пераходныя поры ў асноўным з'яўляюцца транспартнымі шляхамі, якія забяспечваюць падвод паглынаемых малекул да мікрапор.

Найбольш распаўсюджанымі адсарбентамі з'яўляюцца актыўныя вуглі, сілікагелі, алюмагелі, цэаліты. Актыўныя вуглі атрымліваюць з драўніны і яе адходаў, торфу, каменнавугальнага пылу шляхам спецыяльнай тэрмічнай апрацоўкі і актывацыі. У апошні час знаходзяць распаўсюджванне такія новыя віды вугляродных адсарбентаў, як актывіраваныя вугляродныя валокны і тканіны з іх, вуглі з палімерных матэрыялаў і інш.

Сілікагелі і алюмагелі ўяўляюць сабой аксіды крэмнію (сілікагель), алюмінію (алюмагель). Агульная хімічная формула цэалітаў $Me_{2/n}O \cdot Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$, дзе Ме — катыён шчолачнага металу, n — яго валентнасць, x і y — каэфіцыенты. Сілікагелі і алюмагелі ў прамысловасці атрымліваюць адпаведна з гідрагелю крэмніевай кіслаты і гідраксіду алюмінію. Цэаліты могуць быць атрыманы шляхам сінтэзу з адпаведных аксідаў ці здабыты пры распрацоўцы прыродных радовішчаў.

Разгледжаныя асноўныя адсарбенты мадыфікуюць рознымі метадамі, змяняючы іх паглынальную здольнасць адносна розных злучэнняў. Акрамя згаданых, у якасці адсарбентаў могуць выкарыстоўвацца адходы драўніны, сельскагаспадарчыя адходы, торф і інш. Хаця паглынальная здольнасць гэтых адсарбентаў невялікая, але яны даступныя, танныя, лёгка ўтылізуюцца і ў некаторых выпадках іх прымяненне можа быць мэтазгодным.

Для многіх злучэнняў у якасці хемасарбентаў мо-



Мал. 10.10. Адсорбер з нерухомым слоем:
1 — корпус; *2* — люкі для выгрузкі адсарбента; *3* — адвод ачышчанага газу і паветра (пры сушцы і ахаладжэнні); *4* — адвод кандэнсату; *5* — падача вадзяной пары пры рэгенерацыі адсарбента; *6* — адвод пары пры рэгенерацыі; *7* — падача забруджанага газу; *8* —люк для загрузкі адсарбента.

гуць выкарыстоўвацца хімічныя рэчывы ў цвёрдым стане, якія ўступаюць з імі ў хімічныя рэакцыі. Напрыклад, вапняк з'яўляецца добрым хемасарбентам HF.

Склад адсарбцыйнай сістэмы залежыць ад тыпу асноўнага апарата і арганізацыі працэсу рэгенерацыі адсарбента. У найбольш распаўсюджаных апаратах перыядычнага дзеяння з нерухомым слоем адсарбента (мал. 10.10) перыяд паглынання забруджваючага рэчыва змяняецца перыядам рэгенерацыі. Час работы апарата ў рэжыме паглынання залежыць ад колькасці загружанага адсарбента, яго паглынальнай здольнасці і канцэнтрацыі забруджваючага рэчыва ў ачышчаемым газе. Для забеспячэння безупыннай ачысткі газу неабходна мець не менш двух апаратаў.

Апараты безупыннага дзеяння прадстаўлены ў асноўным установкамі з рухаючымся (завіслым) слоем адсарбенту. Паглынанне і рэгенерацыя пры гэтым могуць праходзіць у адным ці ў асобных апаратах. Асноў-

ымі метадамі рэгенерацыі адсарбентаў з'яўляюцца тэрмічная (награванне вадзяной парай, гарачым паветрам да вызначанай тэмпературы), вакуумная, прадзіманне інертным газам і некаторыя іншыя.

Трэба адзначыць, што выдаткі на рэгенерацыю адсарбента дасягаюць 40—70% затрат на адсарбцыйную сістэму. Выбар варыянта рэгенерацыі адсарбента залежыць ад способу перапрацоўкі ці абясшкоджвання ўлоўленага рэчыва. Калі гэта рэчыва трэба атрымаць у чыстым выглядзе і яно лёгка выдзяляецца з водных раствораў, то выкарыстоўваюць прадзіманне вадзяной парай. У выпадку тэрмічнага абясшкоджвання ўлоўленага злучэння адсарбент прадзімаюць гарачым паветрам ці іншымі газамі і напраўляюць на спальванне.

Адсорбцыя знайшла шырокае прымяненне пры ўлоўліванні і рэкуперацыі пары лятучых арганічных злучэнняў, улоўліванні непрыемна пахнучых рэчываў, аксідаў серы, азоту і іншых злучэнняў гэтых элементаў, радыеактыўных газаў, выдаленні галагенаў і іх злучэнняў, пары ртуці і г.д.

Вобласць прымянення адсорбцыі пастаянна расшыраецца. Распрацоўваюцца новыя адсарбенты, мадыфікуюцца апараты, паляпшаюцца эканамічныя паказчыкі. Рашаецца праблема ўтылізацыі адпрацаванага адсарбенту.

Тэрмічныя метады ачысткі (абясшкоджвання) грунтуюцца на ўласцівасці арганічных рэчываў акісляцца да менш таксічных злучэнняў пры наяўнасці кіслароду і дастатковай тэмпературы.

Тэмпература павінна перавышаць тэмпературу самазагарання на 100—120°С. Перавагай гэтых метадаў у параўнанні з абсорбцыяй і адсорбцыяй з'яўляецца адсутнасць шламавай гаспадаркі, невялікія габарыты, прастата абслугоўвання. Вобласць прымянення абмяжоўваецца саставам прадуктаў рэакцыі акіслення. Калі ў саставе абясшкоджваемых злучэнняў утрымліваюцца фосфар, галагены, сера, то прадукты рэакцыі па таксічнасці іншы раз могуць перавышаць парагазавыя выкіды, падаваемыя на ўстаноўку. Амаль заўсёды ў саставе прадуктаў рэакцыі прысутнічаюць аксіды вугляроду і азоту. Таму крытэрыем эфектыўнасці работы ўстановак гэтага тыпу з'яўляецца не эфектыўнасць ачысткі (яна

можа быць і 100%, калі злучэнне поўнасцю акісляецца), а эфектыўнасць абясшкоджвання. Гэта велічыня разлічваецца па формуле

$$\varphi = (T_{ув} - T_{вых})/T_{ув}, \qquad (29)$$

дзе $T_{ув}$ і $T_{вых}$ — паказчыкі таксічнасці выкідаў на ўваходзе і выхадзе з апарата, якія разлічваюцца па суадносінах

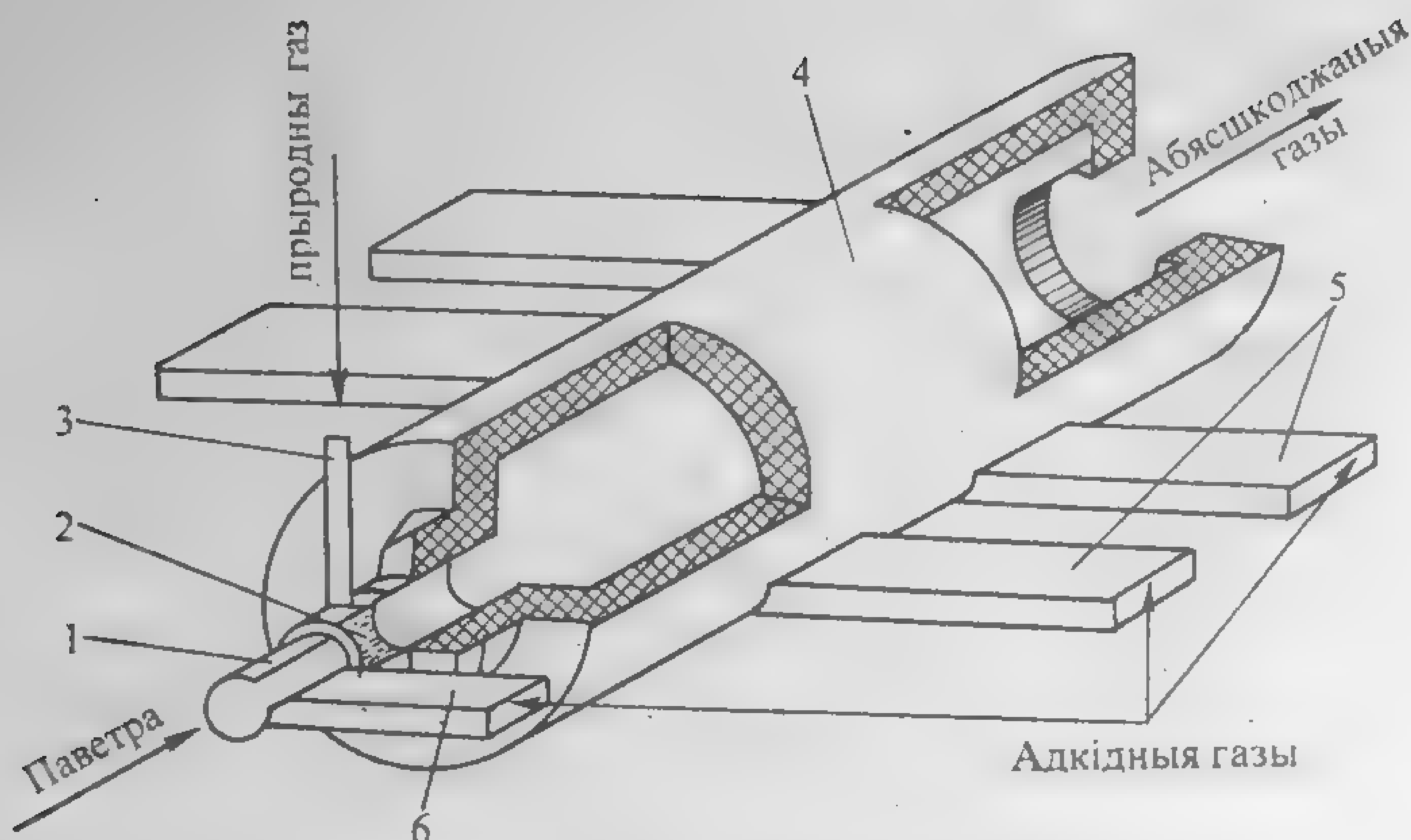
$$T_{ув} = \sum_{i=1}^{n} C^{i}_{ув}/ГДК_i, \quad T_{вых} = \sum_{j=1}^{m} C^{j}_{вых}/ГДК_j, \qquad (30)$$

дзе $C^{i}_{ув}$, $C^{j}_{вых}$ — канцэнтрацыі забруджваючых рэчываў на ўваходзе і выхадзе з апарата, мг/м^3; $ГДК_i$, $ГДК_j$ — гранічна дапушчальныя канцэнтрацыі адпаведных рэчываў, мг/м^3.

Як выцякае з формулы (29), працэс тэрмічнага абясшкоджвання неабходна весці такім чынам, каб прадухіліць паяўленне на выхадзе таксічных рэчываў.

У залежнасці ад канцэнтрацыі абясшкоджваемых рэчываў выкарыстоўваюць розныя варыянты працэсу. Прамое спальванне прымяняюць тады, калі абясшкоджваемыя газы ўтрымліваюць забруджваючыя рэчывы ў значных канцэнтрацыях і для падтрымання тэмпературы не патрабуецца зусім ці патрабуецца ў нязначнай колькасці падвод дадатковага паліва. Прыкладам прамога спальвання можа быць спальванне ў факеле непасрэдна ў атмасферным паветры ці ў камернай установцы. Распрацаваны і рэалізаваны на практыцы тэхнічныя рашэнні па выкарыстанню для тэрмічнага абясшкоджвання топак цеплаэнергетычных установак малой магутнасці, калі яны эксплуатуюцца на адной пляцоўцы з крыніцай выкіду.

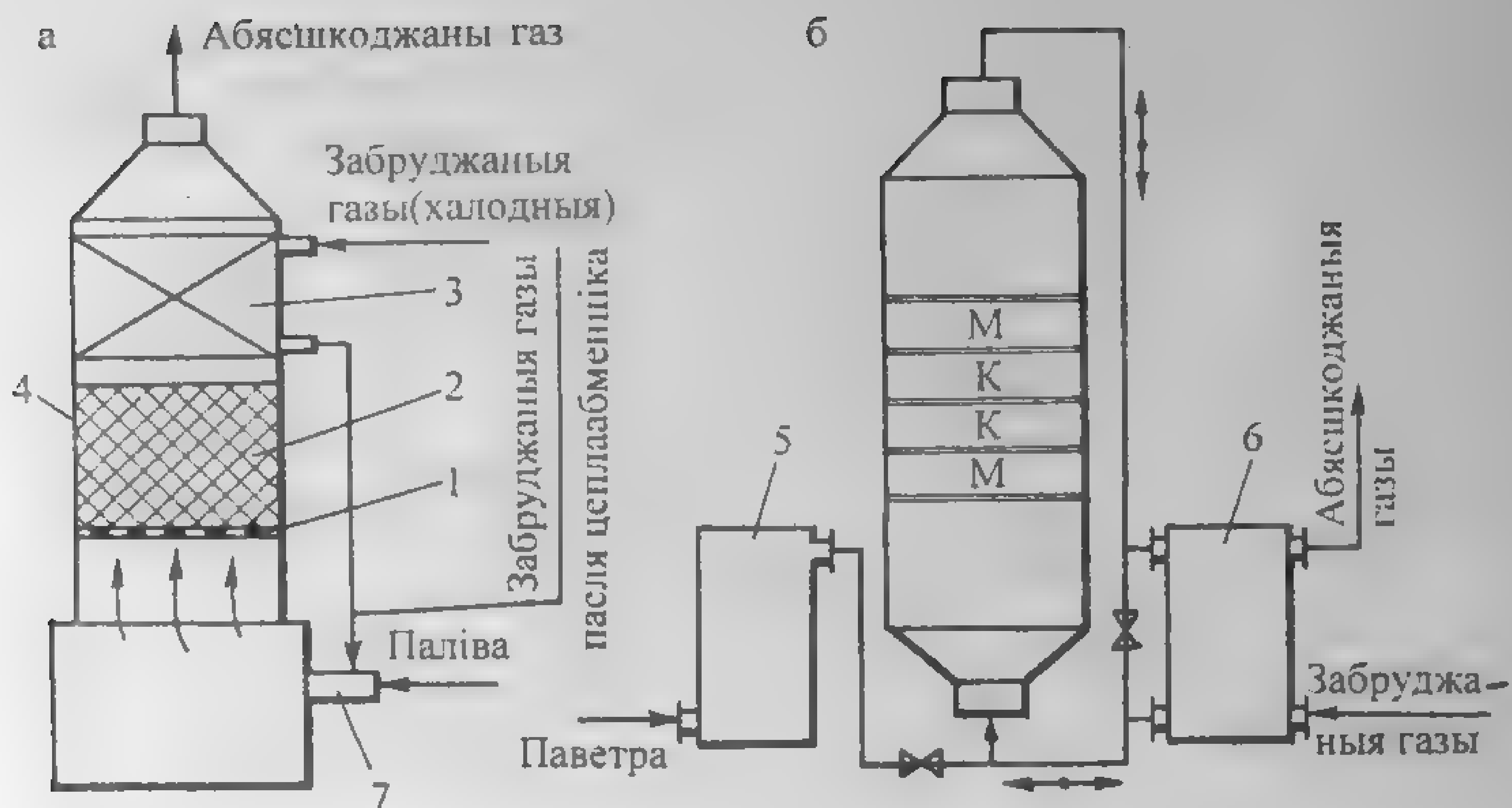
Асноўнымі параметрамі работы камерных установак акрамя тэмпературы з'яўляецца час знаходжання абясшкоджваемых газаў у высокатэмпературнай зоне, умовы перамешвання (турбулізацыі) газавага патоку. Час знаходжання звычайна не перавышае адной секунды. Установка, схема якой прыведзена на мал. 10.11, прадугледжвае падачу абясшкоджваемых газаў непасрэдна ў факел і ў камеру змешвання. Час знаходжання ў камеры не менш 0,5 с. Паветра падаецца на ўстаноўку, калі ўтрыманне кіслароду ў абясшкоджваемых газах менш за 15%.



Мал. 10.11. Апарат тэрмічнага абясшкоджвання:
1 — цэнтральная труба для падачы паветра; *2* — двухзонная гарэлка; *3* — труба падачы паліва; *4* — корпус; *5* — каналы падачы забруджанага газу ў корпус апарата; *6* — канал падачы забруджанага газу ў гарэлку.

Для атрымання эфектыўнасці абясшкоджвання 99% і вышэй для вуглевадародаў неабходна падтрымліваць тэмпературу не ніжэй 500—650°С. Недахопам установак гэтага тыпу з'яўляецца амаль непазбежнае ўтварэнне аксідаў азоту, што звязана з высокай тэмпературай полымя і працяглым знаходжаннем газаў у высокатэмпературнай зоне. Трэба адзначыць, што для абясшкоджвання не абавязкова ўсе забруджаныя газы прапускаць праз полымя. Яно ідзе і ў камеры перамешвання пры належных умовах (час знаходжання і тэмпература).

Высокія тэмпературы абясшкоджаных газаў патрабуюць абавязковай рэалізацыі іх цеплавога патэнцыялу. Таму ўстаноўкі тэрмічнага абясшкоджвання ў абавязковым парадку аснашчаюцца цеплаабменнымі апаратамі, якія забяспечваюць награванне падаваемых газаў, даюць магчымасць атрымаць цепланосьбіт (пара, гарачая вада), які выкарыстоўваецца для розных патрэб. Гэта значна зніжае патрэбу ў дадатковым паліве і павышае эканамічныя паказчыкі работы ўстановак. Тэрмічныя метады шырока прымяняюцца для абясшкоджвання выкідаў аксіду вугляроду, у нафтаперапрацоўчай і нафтахімічнай прамысловасці. Выкарыстан-



Мал. 10.12. Каталітычны рэактар:
а) стацыянарны рэжым; *б)* нестацыянарны рэжым: *1* — рашотка; *2* — каталізатар; *3* — цеплаабменнік; *4* — корпус; *5* — каларыфер, выкарыстоўваемы для папярэдняга нагрэву слоя каталізатара з дапамогай паветра; *6* — пераключальнік напрамку руху забруджанага і ачышчанага газаў; *7* — падагравальнік забруджанага газу; *К* — слой каталізатара; *М* — слой інертнага матэрыялу.

не іх ў працэсах, звязаных з нанясеннем лакафарбавых пакрыццяў, забяспечвае абясшкоджванне выкідаў растваральнікаў і атрыманне сушыльнага агента, які выкарыстоўваецца пры сушцы пакрыццяў.

Каталітычнае абясшкоджванне (акісленне). Працякае пры значна меншых тэмпературах (на 300—400°С) у параўнанні з тэрмічным, што ў значнай ступені прадухіляе другаснае забруджванне ачышчаемых газаў, зніжае энергетычныя затраты. Тэмпература працэсу залежыць ад прыроды забруджваючага рэчыва, яго канцэнтрацыі і актыўнасці каталізатара. У якасці каталізатараў выкарыстоўваюцца металы плацінавай групы (плаціна, паладый, родый), аксіды ванадыю, медзі, хрому, марганцу і інш. Каталізатары выкарыстоўваюцца ў рознай форме і на розных носьбітах. Напрыклад, плаціну можна наносіць на металічную ленту ці сетку, на аксід алюмінію, керамічныя матэрыялы. Форма апошніх — гранулы, таблеткі.

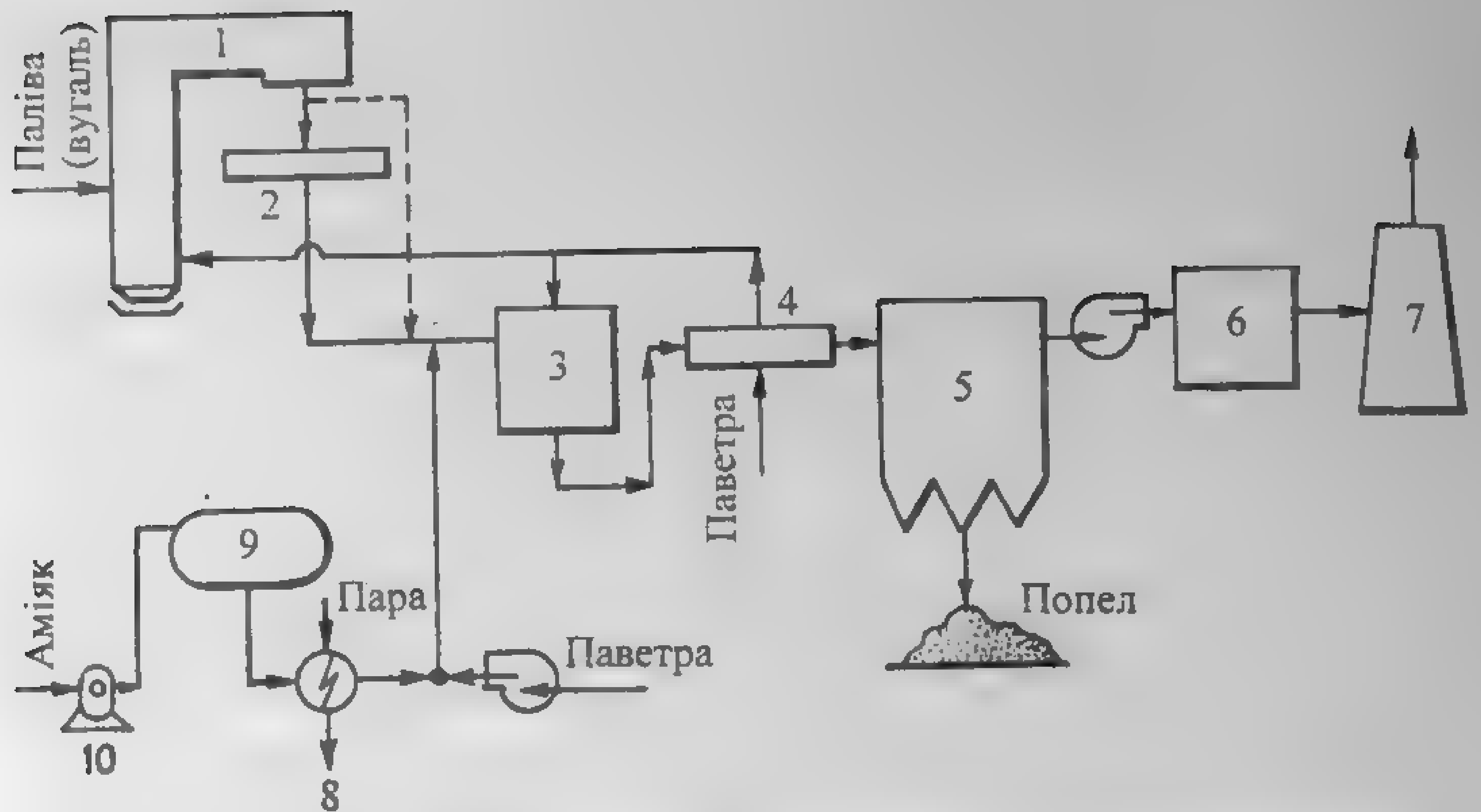
Роля каталізатараў заключаецца ў павелічэнні скорасці хімічных рэакцый. Каталізатары вызначаюцца селектыўным, выбарным дзеяннем. У працэсе работы

яны не расходуюцца. Выхад са строю каталізатара абумоўлены галоўным чынам стратай актыўнасці па прычыне блакіроўкі актыўных цэнтраў, змянення хімічнага саставу, механічнага зносу.

Лепшым лічыцца той каталізатар, які забяспечвае высокую эфектыўнасць абясшкоджвання пры мінімальнай тэмпературы і часе кантакта. Асноўнымі параметрамі, акрамя названых, па якіх параўноўваюцца каталізатары, з'яўляецца тэрмічная і хімічная трываласць, супраціўляемасць механічным уздзеянням, час эксплуатацыі. Апошні параметр мае асаблівае значэнне, так як звычайна каталізатар каштуе вельмі дорага. Не заўсёды распрацавана тэхналогія утылізацыі ці рэгенерацыі адпрацаванага каталізатара. Рэактары каталітычнага абясшкоджвання могуць працаваць у стацыянарным і нестацыянарным рэжымах (мал. 10.12). У першым выпадку тэмпература газу на ўваходзе і выхадзе з рэактара захоўваецца пастаяннай. Для забеспячэння неабходнай тэмпературы на ўваходзе ў рэактар выкарыстоўваецца цяпло абясшкоджаных газаў і дадатковае паліва ці іншыя энерганосьбіты.

Рэактары, эксплуатуемыя ў нестацыянарным рэжыме, патрабуюць затрат цеплавой энергіі на стадыі запуску, а далей працуюць без падводу энергіі. Арганізацыя работы апарата ў такім рэжыме магчыма пры некаторай мінімальнай канцэнтрацыі арганічных злучэнняў у ачышчаемых газах і перыядычнай змене напрамку руху забруджанага газу. Каталізатар у гэтым выпадку выконвае не толькі сваю асноўную функцыю — паскарае рэакцыю, але і з'яўляецца рэгенератарам цяпла, як і слаі інертнага матэрыялу. У параўнанні са стацыянарным нестацыянарны рэжым работы дазваляе забяспечыць высокую ступень ачысткі пры меншых капітальных і эксплуатацыйных затратах.

У практыцы газаачысткі знайшлі прымяненне працэсы як каталітычнага акіслення, так і ўзнаўлення (мал. 10.13). Найбольш яскравым прыкладам выкарыстання каталітычнага ўзнаўлення з'яўляецца ачыстка газапаветраных выкідаў ад аксідаў азоту шляхам іх аднаўлення да азоту аміякам, вадародам, вуглевадародам ці аксідам вугляроду. Такія сістэмы знаходзяць прымяненне на цеплаэнергетычных устаноўках, пры



Мал. 10.13. Схема працэсу селектыўнага каталітычнага ўзнаўлення аксідаў азоту:
1 — топка катла; *2* — эканамайзер; *3* — рэактар (каталітычны); *4* — цеплаабменнік нагрэву паветра; *5* — электрафільтр; *6* — ачыстка ад дыаксіду серы; *7* — дымавая труба; *8* — выпарвальнік аміяку; *9* — ёмістасць для захавання аміяку; *10* — кампрэсар.

абясшкоджванні выкідаў рухавікоў унутранага згарання, аб чым будзе сказана ніжэй.

Адной з уласцівасцяў каталізатараў з'яўляецца вялікая ўдзельная паверхня, што характэрна, як мы ведаем, для адсарбентаў. Таму некаторыя каталізатары маюць даволі значную паглынальную здольнасць. У сваю чаргу некаторыя адсарбенты характарызуюцца значнай каталітычнай актыўнасцю. На выкарыстанні гэтых уласцівасцей заснаваны сарбцыйна-каталітычныя метады ачысткі. Найбольш просты варыянт прадугледжвае арганізацыю працэсу ачысткі ў дзве стадыі. На першай, нізкатэмпературнай, каталізатар выконвае функцыі адсарбента і забяспечвае паглынанне забруджваючага рэчыва. Пасля насычэння і вычарпання сарбцыйнай ёмістасці апарат адключаецца на рэгенерацыю. Пры гэтым тэмпература слоя каталізатара павышаецца ў выніку яго нагрэву і ідзе каталітычнае акісленне ўлоўленых злучэнняў. Пасля поўнага акіслення і ахалоджвання каталізатар-адсарбент гатовы да новага цыклу ачысткі.

Да хімічных метадаў ачысткі і абясшкоджвання газапаветраных выкідаў можна аднесці працэсы, эфек-

тыўнасць якіх залежыць ад паўнаты працякання хімічнай рэакцыі і актыўнасці выкарыстоўваемых рэагентаў. Безумоўна, рэзкай мяжы паміж тэрмічнымі, каталітычнымі і хімічнымі метадамі абясшкоджвання не існуе, таму што ў аснове іх усіх ляжаць хімічныя пераўтварэнні і прыведзенае падзяленне носіць умоўны характар. Прыкладам хімічных метадаў ачысткі можа быць адначасовае выдаленне аксідаў азоту і серы з дымавых газаў у выніку звязвання іх аміякам пасля акіслення да SO_3 і NO_2 ў аманійныя солі, акісленне хімічных злучэнняў да прасцейшых нетаксічных рэчываў, дэзадарацыя выкідаў з дапамогай азону і інш.

У апошні час інтэнсіўна развіваюцца **біятэхналагічныя метады** ачысткі і дэзадарацыі газапаветраных выкідаў, у аснове якіх ляжыць біяхімічнае акісленне ці пераўтварэнне розных злучэнняў з дапамогай мікраарганізмаў. Для працякання гэтага працэсу неабходна перавесці забруджваючыя рэчывы з газавай фазы ў вадкасць у выніку паглынання іх суспензіяй мікраарганізмаў ці зафіксаваць на паверхні згуртавання мікраарганізмаў. Біяхімічнае акісленне можа ісці непасрэдна ў газаачышчальнай устаноўцы ці ў спецыяльным біярэактары. Заканамернасці гэтага працэсу такія ж, як і пры ачыстцы сцёкавых вод. Перавага біяхімічных метадаў — невялікія эксплуатацыйныя расходы, магчымасць ачысткі адначасова ад мноства злучэнняў, прастата эксплуатацыі і кантролю, невысокія тэмпературы. Асноўнымі апаратамі, у якіх рэалізаваны біятэхналагічныя метады, з'яўляюцца біяскруберы і біяфільтры. Біяскруберы адрозніваюцца ад звычайных тым, што для іх арашэння выкарыстоўваецца суспензія мікраарганізмаў, а сістэма цыркуляцыі арашаючай вадкасці ўключае біярэактар. Канструкцыі і асаблівасці работы біяфільтраў разгледжаны ў наступнай главе.

10.6. АЧЫСТКА ГАЗАПАВЕТРАНЫХ ВЫКІДАЎ ЦЕПЛАЭНЕРГЕТЫЧНЫХ УСТАНОВАК І ТРАНСПАРТНЫХ СРОДКАЎ

Цеплаэнергетычныя ўстаноўкі і транспартныя сродкі з'яўляюцца найбольш буйнымі забруджвальнікамі навакольнага асяроддзя, у прыватнасці, атмасферы. Прычым гэтыя крыніцы выкідаў пастаўляюць асноў-

ныя забруджвальнікі — аэразолі, аксіды серы, азоту і вугляроду, вуглевадароды і аказваюць рашаючы ўплыў на склад паветра ў населеных пунктах і прамысловых цэнтрах. Гэтыя ж рэчывы (акрамя аэразоляў) разам з CO_2 з'яўляюцца парніковымі газамі. Як вядома, з выкідамі вуглякіслага газу і іншых парніковых газаў звязваюць вельмі небяспечныя працэсы глабальнага пацяплення, фарміравання асадкаў і інш. Хаця выкіды CO_2 зараз не нарміруюцца, так як выкіды забруджваючых рэчываў, але на міжнародным узроўні прымаюцца захады па іх абмежаванню ці хаця б стабілізацыі на наяўным ўзроўні. У адпаведнасці з Рамачнай Канвенцыяй ААН па праблемах змянення клімату перад краінамі—удзельніцамі гэтага пагаднення ставіцца задача "індывідуальна ці сумеснымі намаганнямі стабілізаваць антрапагенныя выкіды CO_2 і іншых парніковых газаў, не рэгулюемых Манрэальскім пратаколам, на ўзроўні 1990 г." У 1995 г. на тэрыторыі рэспублікі ў атмасферу выкінута больш 60 млн. т CO_2.

Склад выкідаў у атмасферу залежыць ад хімічнага складу і агрэгатнага стану выкарыстоўваемага паліва і спосабу яго спальвання. Разгледзім, як уплываюць характарыстыкі паліва на выкіды ў атмасферу асноўных забруджваючых рэчываў.

Асноўнай крыніцай паступлення ў атмасферу цвёрдых часцінак (попелу) з'яўляюцца працэсы спальвання вугалю (буры, каменны), гаручых сланцаў і торфу. Зольнасць вугалю змяняецца ў межах 10—55%. Для высаказольных вуглёў запыленасць дымавых газаў можа дасягаць 70 г/м^3. Попел ад спальвання цвёрдага паліва ўтрымлівае аксіды крэмнію, алюмінію, тытану, калію, натрыю, жалеза, кальцыю, магнію. У невялікіх колькасцях могуць утрымлівацца і іншыя элементы, напрыклад мыш'як, ванадый, марганец, цынк, серабро і іншыя.

Зольнасць мазуту звычайна не перавышае 0,3%. Утрыманне цвёрдых часцінак у дымавых газах ад спальвання мазуту складае каля 0,1 г/м^3. У склад попелу мазуту ўваходзіць пентаксід ванадыю, аксіды нікелю, алюмінію і іншых металаў. Пентаксід ванадыю з'яўляецца "меткай" мазуту. Знайшоўшы яго ў атмасферным паветры, у глебе можна канстатаваць, што недалёка

размешчана цеплаэнергетычная ўстаноўка, якая ў якасці паліва выкарыстоўвае мазут.

Выкіды попелу ад спальвання цвёрдага паліва і мазуту з'яўляюцца адной з асноўных крыніц рассейвання многіх хімічных элементаў у навакольным асяроддзі, забруджвання глебы, фарміравання геахімічных антрапагенных анамалій.

Выбар сістэмы попелаўлоўнікаў вызначаецца відам паліва, спосабам спальвання, тыпам і магутнасцю ўстаноўкі, неабходнай ступенню ачысткі. Пры ўмераных патрабаваннях да ступені ачысткі, а таксама на ўстаноўках малой магутнасці галоўным чынам выкарыстоўваюцца цыклоны, батарэйныя цыклоны.

Выкарыстанне скруберных сістэм забяспечвае эфектыўнасць улоўлівання да 97%. Аднак пры іх эксплуатацыі ўзнікаюць праблемы, звязаныя з пагаршэннем рассейвання выкідаў, неабходнасцю ачысткі сцёкавых вод, утварэннем значных колькасцяў мокрага шламу, які скідваецца ў шламазахоўвальнікі і ніяк не выкарыстоўваецца. Мокрыя сістэмы дазваляюць часткова (да 25%) зніжаць утрыманне ў дымавых газах дыяксіду серы. Гэтыя сістэмы атрымалі распаўсюджванне на катлах вытворчасцю 100—320 т пары ў гадзіну.

Найбольш перспектыўным тыпам попелаўлоўніка для буйных цеплаэнергетычных установак з'яўляюцца электрафільтры. Яны забяспечваюць высокую ступень ачысткі газаў практычна без зніжэння іх тэмпературы і вільготнасці. Але, як ужо адзначалася, высокая эфектыўнасць улоўлівання мае месца для часцінак, якія маюць вызначанае ўдзельнае электрычнае супраціўленне, што далёка не заўсёды мае месца для часцінак попелу. З мэтай карэкціроўкі гэтай велічыні дымавыя газы могуць падвяргацца кандыцыянаванню. Пры гэтым павялічваецца паверхневая праводнасць часціц попелу. Выкарыстоўваюць хімічнае, тэрмічнае (тэмпературнае) кандыцыянаванне. Добры эфект дае прымяненне імпульснага сілкавання, папярэдняя іанізацыя часцінак попелу. У якасці кандыцыяніруючых агентаў могуць выкарыстоўвацца аміяк, аксіды серы, вадзяная пара і інш. Тэмпературнае кандыцыянаванне заключаецца ў забеспячэнні рознымі тэхналагічнымі прыёмамі такой тэмпературы ачышчаемых газаў, пры якой удзельнае

супрацiўленне часцiнак попелу будзе мiнiмальным.

Трэба адзначыць, што сiстэмамi попелаўлоўлiвання ў асноўным аснашчаюцца цеплаэнергетычныя ўстаноўкi на цвёрдым палiве. Працуючыя на мазуце, як правiла, сiстэм ачысткi не маюць. Не ў апошнюю чаргу гэта тлумачыцца больш складанымi ўмовамi ачысткi — гiграскапiчнасцю попелу, высокiм утрыманнем у iм гаручых кампанентаў, злiпаемасцю, малой цякучасцю пры температуры нiжэй за 150°С.

Больш за 70% аксiдаў серы паступае ў атмасферу ў вынiку спальвання серуўтрымлiваючых палiваў (вугалю, мазуту). Праблема знiжэння выкiдаў SO_2 з'яўляецца адной з найбольш вострых праблем аховы атмасфернага паветра. Выкiды SO_2 кантралююцца i абмяжоўваюцца на нацыянальным i мiжнародным узроўнi, напрыклад Мiжнароднай канвенцыяй аб трансгранiчным пераносе.

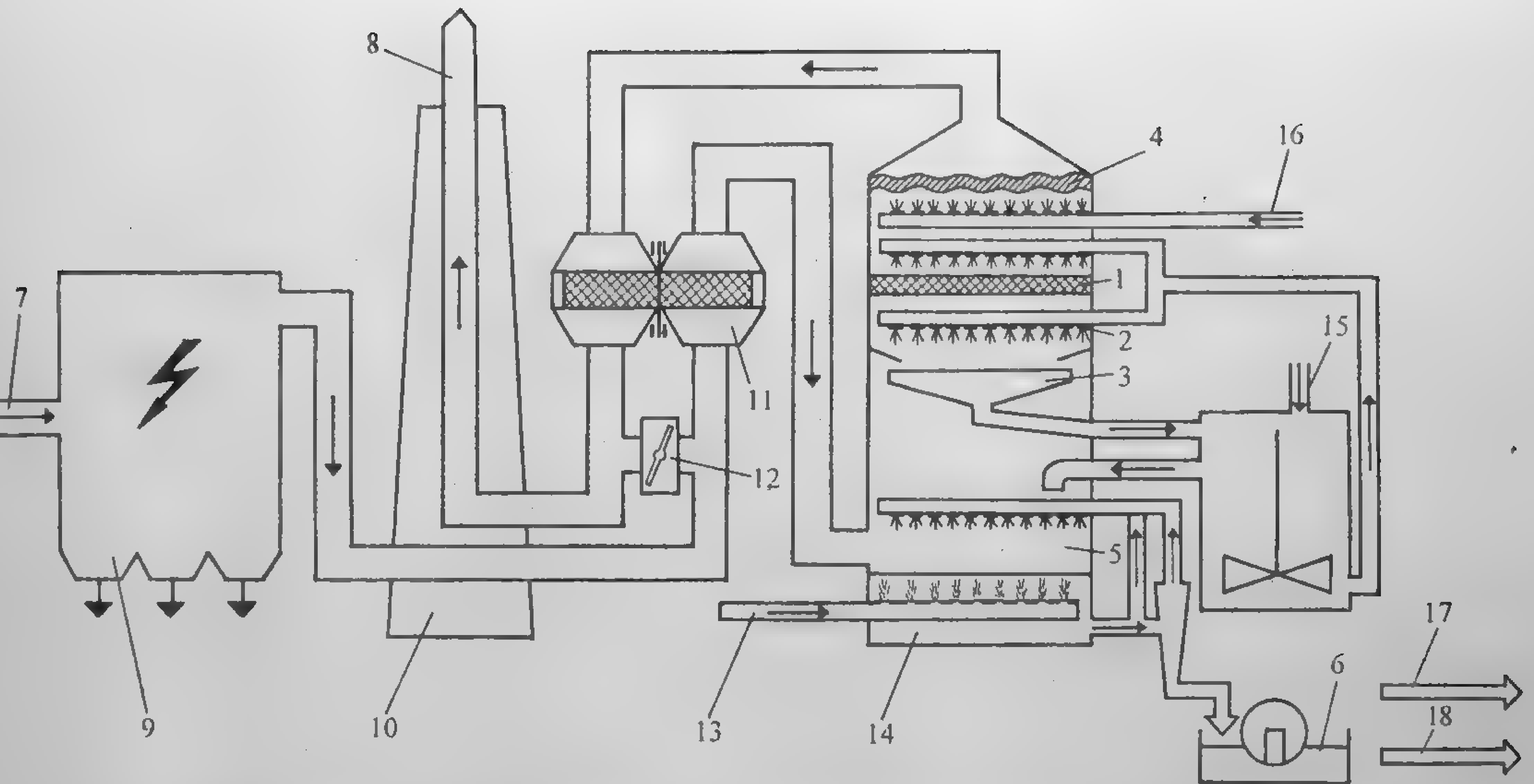
Выкiды SO_2 залежаць галоўным чынам ад утрымання серы i яе злучэнняў у палiве i хiмiчных уласцiвасцяў гэтых злучэнняў. Сярнiстасць вуглёў можа складаць 0,3—6,0%, гаручых сланцаў — 1,4—1,7%, торфу — 0,1%.Топачныя мазуты ўтрымлiваюць злучэннi серы ў наступных колькасцях: маласярнiстыя — менш 0,5%; сярнiстыя — 0,5—2,0%; высокасярнiстыя — больш 2,0%. У цвёрдым палiве сера пераважна знаходзiцца ў форме калчадану (Fe_2S) i пiрыту (FeS_2), у складзе арганiчных злучэнняў i ў выглядзе сульфатаў. У вадкiм палiве сера сустракаецца пераважна ў выглядзе арганiчных злучэнняў, серавадароду, элементнай серы. Асноўнымi метадамi знiжэння валавых выкiдаў дыаксiду серы ў атмасферу з'яўляецца: апрацоўка палiва перад спальваннем з мэтай выдалення злучэнняў серы; змяненне тэхналогii спальвання; ачыстка дымавых газаў.

Апрацоўка палiва дазваляе значна знiзiць выкiды SO_2. Выдаленне калчаданнай серы з вугалю можа быць забяспечана флатацыяй (мокрае абагачэнне), якая дазваляе знiзiць утрыманне злучэнняў серы не менш чым на 70%. Даволi перспектыўным лiчыцца выкарыстанне газафiкацыi цвёрдага палiва перад яго спальваннем. Пры гэтым злучэннi серы выдаляюцца ў выглядзе серавадароду з прадуктаў газiфiкацыi. Каталiтычнае гiдрыраванне дазваляе значна знiзiць утрыманне злучэн-

няў серы ў мазуце за кошт іх пераводу ў серавадарод і выдалення з паліва. Але рэалізацыя гэтых працэсаў (асабліва каталітычнага гідрыравання) сама па сабе патрабуе значных затрат і спецыяльнага абсталявання. Таму яны могуць быць ажыццёўлены на буйных прадпрыемствах — вытворцах паліва.

Змяненне тэхналогіі спальвання можа даць даволі значны эфект у дачыненні да цвёрдага паліва. Так, дабаўленне вапняку ў цвёрдае паліва забяспечвае звязванне дыаксіду серы непасрэдна ў момант яго ўтварэння ў працэсе гарэння. Некалькі змяншае выкіды ў атмасферу злучэнняў серы выкарыстанне здрабнёнага паліва і спальванне яго ў кіпячым слоі, які ўтрымлівае інертны матэрыял (попел, пясок) і хемасарбент дыаксіду серы.

Для выдалення злучэнняў серы з дымавых газаў ад спальвання паліва распрацавана каля 40 розных сістэм, якія прадугледжваюць ачыстку галоўным чынам метадамі абсорбцыі і адсорбцыі з выкарыстаннем хемасарбентаў, акісляльнікаў і г.д. Найбольш вядомым, адпрацаваным і распаўсюджаным з'яўляецца абсарбцыйнае ўлоўліванне дыаксіду серы з дымавых газаў вапняковым ці вапнавым спосабам (мал. 10.14). Гэты спосаб забяспечвае ачыстку газаў ад SO_2 на 90%. У якасці абсарбента выкарыстоўваецца 10%-ная суспензія вапны ці вапняку, які звязвае SO_2 ў выглядзе сульфіту кальцыю ($CaSO_3$). Апошні шляхам акіслення кіслародам паветра можа пераводзіцца ў $CaSO_4$ (гіпс). Перад падачай на паглынанне з дымавых газаў выдаляецца попел, яны ахалоджваюцца ачышчанымі газамі. Кантакт газу з вадкасцю праходзіць у тры стадыі. На першай з дымавымі газамі кантактуе адпрацаваны абсарбент, на другой і трэцяй — свежы. Акісленне $CaSO_3$ ў $CaSO_4$ ідзе ў ніжняй частцы апарата. Адпрацаваная суспензія абязвожваецца на вакуум-фільтры. На тэрыторыі СНГ па гэтаму спосабу працуюць некалькі прамысловых і доследна-прамысловых установак. У Беларусі іх увогуле няма. У краінах Заходняй Еўропы, ЗША і Японіі працуюць сотні такіх установак, прычым на большасці гэтых установак атрымліваюць значую колькасць гіпсу. На ЦЭС магутнасцю 400 МВт пры ўтрыманні SO_2 ў дымавых газах каля 2 г/м^3 пры эфектыўнасці ачысткі 90% можна атрымаць да 50 000 т/год гіпсу.



Мал. 10.14. Вапнавы (вапняковы) спосаб улоўлівання дыаксіду азоту:
1 — кантактнае прыстасаванне; *2* — фарсункі; *3* — лейка для збору вадкасці; *4* — кроплеўлоўнік; *5* — адстойнік; *6* — вакуум-фільтаа*7* — дымавыя газы; *8* — ачышчаны газ; *9* — электрафільтр; *10* — дымавая труба; *11* — цеплаабменнік; *12* — засланка; *13* — паветра; *14* — барбатаж паветра; *15* — падача вапны; *16* — вада; *17* — гіпс; *18* — сцёкавая вада.

Мадыфікацыяй вапнавага (вапняковага) спосабу з'яўляецца так называемы мокра-сухі спосаб. У аснове яго таксама выкарыстанне суспензіі вапны (вапняку). Але пры гэтым суспензія ў выглядзе вельмі дробных кропелек распыляецца ў паток дымавых газаў. У выніку хемасорбцыі SO_2 звязваецца ў $CaSO_3$ ($CaSO_4$), які ў выглядзе мелкадысперснага парашку адводзіцца на перапрацоўку. Тэмпература дымавых газаў, час кантакту і вільготнасць суспензіі падбіраюцца такім чынам, каб забяспечыць атрыманне сухога прадукту. Магчымасць атрымання сухога прадукту, а не шламу, адсутнасць сцёкавых вод тлумачаць яго даволі шырокае распаўсюджванне ў многіх краінах, дзе ён выкарыстоўваецца на цеплаэнергетычных устаноўках сярэдняй і малой магутнасці.

Акрамя гіпсу на ўстаноўках ачысткі ад SO_2 ў залежнасці ад складу выкарыстоўваемага абсарбента і спосабу яго рэгенерацыі можна атрымліваць іншыя каштоўныя прадукты, напрыклад канцэнтраваны SO_2 (можа выкарыстоўвацца для атрымання сернай кіслаты), серу, $(NH_4)_2SO_4$. Разгледжаныя вышэй спосабы адносяцца да так называемых нецыклічных, калі абсарбент не рэгенерыруецца, а ў выглядзе прадукту рэакцыі з SO_2 адводзіцца з сістэмы.

Цыклічныя спосабы прадугледжваюць рэгенерацыю і паўторнае выкарыстанне абсарбента, атрыманне SO_2 практычна ў чыстым выглядзе і яго перапрацоўку. Цыклічныя спосабы ачысткі прадстаўляюць сабой дастаткова складаную хімічную вытворчасць, таму яны значна больш дарагія ў параўнанні з нецыклічнымі. Прыкладам такіх спосабаў, рэалізаваных на практыцы, з'яўляюцца аміячны (абсарбент-раствор $(NH_4)_2\,SO_3$) і магнезітавы (абсарбент-суспензія MgO). Рэгенерацыя адпрацаванага абсарбента праводзіцца шляхам тэрмічнай апрацоўкі пры высокіх тэмпературах.

Вялікая група працэсаў абсарбцыйнага ўлоўлівання SO_2 прадугледжвае яго каталітычнае і некаталітычнае акісленне ў SO_3 з наступным звязваннем у выглядзе сульфатаў ці сернай кіслаты. Акісленне можа праходзіць у газавай фазе ці ў вадкасці. Выкарыстанне акіслення дазваляе абсарбцыйнымі метадамі адначасова з SO_2 выдаляць з дымавых газаў і аксіды азоту.

15. Зак. 5043.

Спосабы ачысткі дымавых газаў ад SO_2 пастаянна ўдасканальваюцца, распрацоўваюцца і ўкараняюцца новыя сістэмы і ў межах дапаможніка немагчыма нават упамянуць аб усіх, таму мы абмяжуемся выкладзенай інфармацыяй і пяройдзем да праблемы зніжэння выкідаў аксідаў азоту (NO_x).

Валавыя выкіды аксідаў азоту колькасна ўступаюць толькі выкідам CO, SO_2 і аэразольных часцінак. Аднак з улікам высокай таксічнасці і актыўнага ўдзелу ў фотахімічных рэакцыях уклад іх ў агульнае забруджванне паветра вельмі значны. Аксіды азоту з'яўляюцца адзіным буйным забруджвальнікам паветра, які паступае ў атмасферу як ад стацыянарных, так і ад рухомых крыніц.

Аксіды азоту ўтвараюцца пры спальванні паліва па наступных механізмах: тэрмічнаму, хуткаму, у выніку акіслення азотутрымліваючых злучэнняў паліва. Першыя дзве крыніцы ўтварэння аксідаў азоту інакш называюцца паветранымі, трэцяя "паліўнай". Канцэнтрацыі аксідаў азоту ў дымавых газах ад спальвання розных відаў паліва без правядзення мерапрыемстваў па зніжэнню выкідаў гэтых злучэнняў можа вагацца ў даволі шырокіх межах у залежнасці ад магутнасці і канструкцыі цеплаэнергетычных установак. Для прыроднага газу гэта канцэнтрацыя можа складаць 500—1500 мг/м^3, для мазуту — 500—1200, бурых вуглёў — 500—800 мг/м^3, каменных вуглёў — 600—2200 мг/м^3.

Павышэнне тэмпературы і часу знаходжання прадуктаў спальвання ў топачнай камеры вядзе да павелічэння выхаду аксідаў азоту. Асноўныя метады зніжэння выкідаў аксідаў азоту пры спальванні можна ўмоўна падзяліць на дзве групы: тэхналагічныя ці рэжымна-канструктыўныя і ачышчальныя.

Тэхналагічныя мерапрыемствы максімальна зніжаюць выхад аксідаў азоту па тэрмічнаму механізму — у выніку тэрмічнай дысацыяцыі кіслароду і яго ўзаемадзеяння з азотам паветра. Такія мерапрыемствы ўключаюць рэцыркуляцыю прадуктаў спальвання, двух-трохстадыйнае спальванне паліва, увод пары і вады ў зону гарэння, прымяненне спецыяльных гарэлак для змешвання паліва з паветрам, выкарыстанне каталізатараў гарэння і г.д. Прымяненне гэтых мерапрыемстваў

дазваляе знізіць выкід NO_x на 40—60% пры аб'ёме затрат значна ніжэйшым у параўнанні з затратамі на ачыстку дымавых газаў з такой эфектыўнасцю.

Але ўтварэнне "хуткіх" аксідаў азоту, якія атрымліваюцца па радыкальнаму механізму, і "паліўных" такім спосабам не прадухіліш. Неабходна ачыстка дымавых газаў ад NO_x. Найбольш перспектыўнымі спосабамі абясшкоджвання аксідаў азоту, выкідваемых з дымавымі газамі, лічацца метады селектыўнага і неселектыўнага аднаўлення аксідаў азоту да азоту з выкарыстаннем аміяку і іншых адноўнікаў (CO, вадарод, вуглевадароды і інш.). Гэты працэс можа ісці і без каталізатара пры тэмпературы 900—1100°C. Каталізатар забяспечвае зніжэнне тэмпературы рэакцыі аднаўлення да 300—500°C. У якасці каталізатараў выкарыстоўваюцца плаціна, аксіды тытану, хрому, ванадыю.

Абсарбцыйныя метады ўлоўлівання аксідаў азоту, выкідваемых цеплаэнергетычнымі ўстаноўкамі, распаўсюджання не знайшлі, што звязана з іх нізкай эфектыўнасцю. Справа ў тым, што асноўная колькасць аксідаў азоту (каля 95%) прадстаўлена аксідам азоту NO, які амаль не паглынаецца вадой і шчолачнымі растворамі. Таму неабходна перавесці шляхам акіслення NO у дыаксід азоту NO_2, які дастаткова добра ўлоўліваецца вадой і воднымі растворамі. Гэта мэтазгодна рабіць у выпадку значных канцэнтрацый аксідаў азоту ў выкідах, якія маюць месца,напрыклад, пры вытворчасці азотных угнаенняў, аміяку і інш.

У апошні час распрацавана дастаткова многа спосабаў ачысткі, забяспечваючых адначасовае выдаленне з газавага патоку аксідаў азоту і аксідаў серы. У дадатак да ўжо ўпамянутых трэба адзначыць аміячны працэс, ініцыіруемы паскоранымі электронамі, які забяспечвае ўлоўліванне ўпамянёных аксідаў у выглядзе сухіх сульфата амонію і нітрата амонію. Працэс з выкарыстаннем аксіду медзі заснаваны на хемасорбцыі SO_2 аксідам медзі і ўтварэнні $CuSO_3$, затым $CuSO_4$. Сульфат медзі ў сваю чаргу з'яўляецца каталізатарам рэакцыі аднаўлення аксідаў азоту аміякам. Трэба адзначыць, што ачыстка газаў ад аксідаў азоту даволі складаная задача,таму разгледжаныя метады ачысткі шырокага распаўсюджвання не знайшлі. Іх рэалізацыя мэтазгодна толькі на буйных цеплаэнергетычных устаноўках.

Акрамя ўпамянёных забруджвальнікаў з дымавымі газамі могуць паступаць у паветра аксід вугляроду, вуглевадароды, што з'яўляецца следствам непаўнаты згарання паліва. У стацыянарных умовах на буйных устаноўках спальванне паліва можна наладзіць такім чынам, што выкіды гэтых кампанентаў будуць зніжаны да мінімуму. Складаней гэта зрабіць на дробных агрэгатах і рухомых установках. Са спальваннем паліва звязаны выкіды ў атмасферу бенз(α)пірэну — моцнага канцэрагену. Даволі значныя колькасці гэтага рэчыва выдзяляюцца пры гарэнні, якое суправаджаецца сажаўтварэннем. Сажа можа ўтрымліваць каля 0,02% бенз(α)пірэну. Таму ў значнай ступені прадухіліць выкіды бенз(α)пірэну можна дакладнай рэгуліроўкай топачных прыстасаванняў.

Ачыстка выкідаў ад аксіду вугляроду, вуглевадародаў і бенз(α)пірэну на цеплаэнергетычных установках не праводзіцца. Для аксіду вугляроду, вуглевадародаў яна можа праводзіцца пры эксплуатацыі транспартных сродкаў, аб чым будзе сказана ніжэй.

Заканчваючы разгляд пытанняў, звязаных са зніжэннем шкоднага ўздзеяння цеплаэнергетыкі на навакольнае асяроддзе, немагчыма не адзначыць ролю прыроднага газу ў рашэнні праблем аховы атмасфернага паветра. Выкарыстанне прыроднага газу дазваляе практычна поўнасцю ліквідаваць дзве з пяці галоўных крыніц забруджвання паветра — выкіды попелу (пылу) і дыаксіду серы. Узровень таксічнасці прадуктаў спальвання прыроднага газу значна ніжэйшы за вугаль і мазут (табл. 10.2).

Узровень таксічнасці вызначаўся як сума адносін канцэнтрацыі кожнага кампанента ў дымавых газах да яго ПДК. Узровень таксічнасці вугалю прыняты за 100%.

Праблема зніжэння выкідаў у атмасферу транспартнымі сродкамі стаіць вельмі востра. У першую чаргу гэта тычыцца буйных гарадоў нашай краіны, дзе доля гэтых выкідаў у агульным забруджванні паветра перавышае 70% і безупынна расце.

Фонавыя канцэнтрацыі па такіх забруджвальніках, як вуглевадароды, аксіды азоту і вугляроду, у асноў-

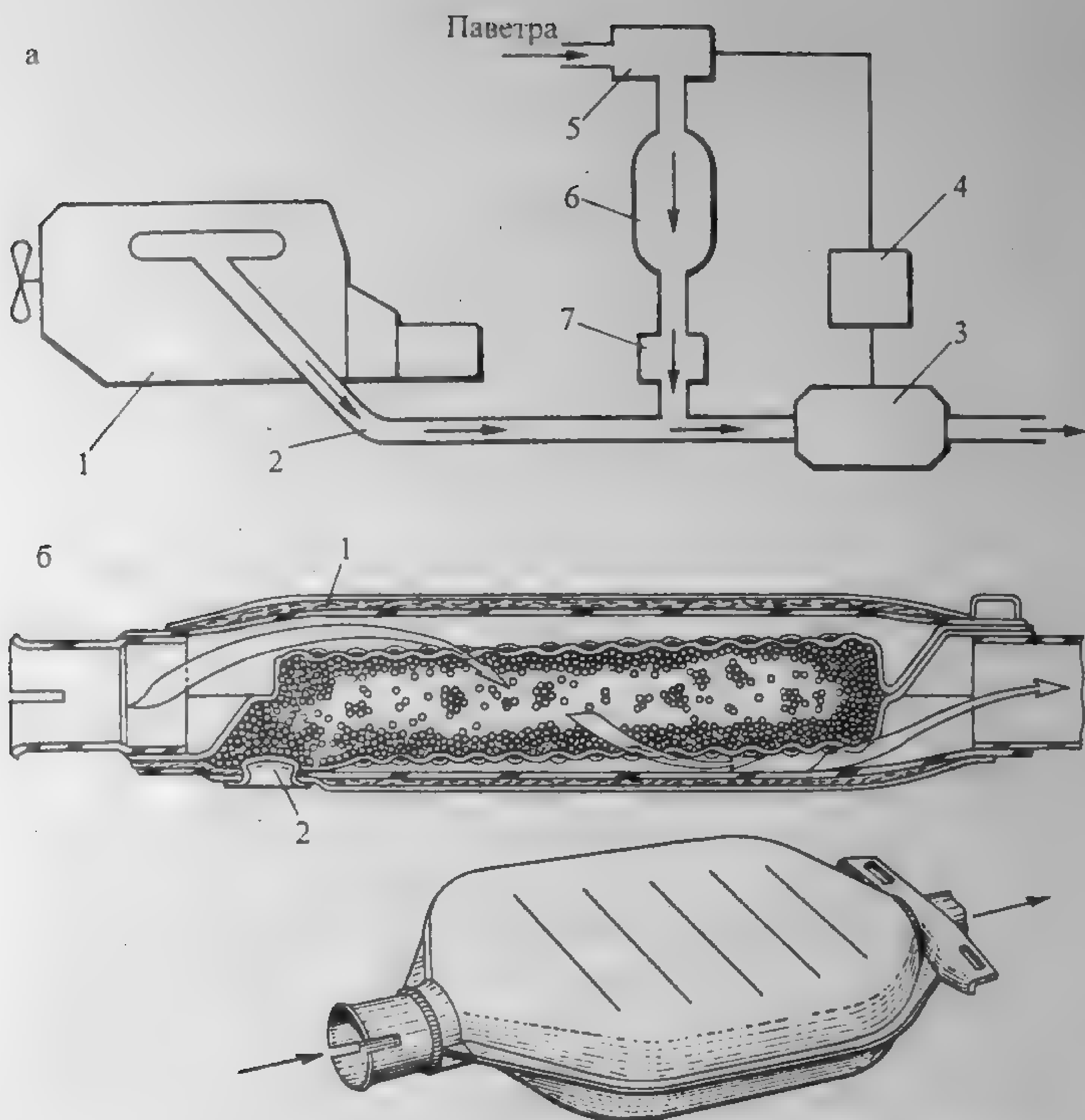
10.2. Узровень таксічнасці прадуктаў спальвання розных паліваў

Крыніца выкіду	Вугаль АШ	Мазут М-40		Прыродны газ
	Зольнасць — 16,7%, утрыманне серы — 1,7%	Высокасярністы (утрыманне серы 2,3%)	Маласярністы (утрыманне серы 0,5%)	
ГРЭС	24900 (100%)	77%	51%	50%
ЦЭЦ	18700 (100%)	92%	56%	48%
Ацяпляльныя і прамысловыя ўстаноўкі	12700 (100%)	100%	48%	28%

ным вызначаюцца выкідамі транспартных сродкаў. Транспартныя сродкі, якія працуюць на этыліраваным бензіне, з'яўляюцца сур'ёзнай крыніцай паступлення ў навакольнае асяроддзе свінцу.

Зніжэнне аб'ёму выкідаў транспартных сродкаў у атмасферу складаная праблема, якая патрабуе распрацоўкі і рэалізацыі комплексу тэхналагічных (замена паліва, замена рухавіка, своечасовае тэхнічнае абслугоўванне і інш.), санітарна-тэхнічных (абясшкоджванне, рэцыркуляцыя выкідаў), планіровачных (азеляненне, арганізацыя транспартных развязак і інш.), адміністрацыйных (устанаўленне нарматываў якасці паліва і інш.) мерапрыемстваў. У агульным уздзеянні транспартных сродкаў на атмасферу выкіды адпрацаваўшых газаў складаюць каля 65%. Астатняе прыходзіцца на прадукты тэрмадэструкцыі масла (да 20%), выпарэнне бензіну (да 9%), прадукты зносу гумы і металу (да 6%). Выкіды ў атмасферу можна значна знізіць правядзеннем мерапрыемстваў па ўдасканаленню канструкцыі і рэжыму эксплуатацыі транспартных сродкаў. Асноўным напрамкам удасканалення канструкцыі з'яўляецца павышэнне паліўнай эканамічнасці. Чым меншы расход паліва на 100 км шляху, тым меншы аб'ём выкідаў у атмасферу.

Даволі значны эфект можна атрымаць у выніку пераводу бензінавых рухавікоў на другія віды паліва, напрыклад на газ (сціснуты ці звадкаваны) ці метанол. Акрамя экалагічнага гэта мерапрыемства дае і эканамічны эфект. Парк аўтамабіляў, працуючых на сціснутым і звадкаваным газе, пастаянна расце.



Мал. 10.15. Каталітычны нейтралізатар абясшкоджвання адпрацаваўшых газаў:
а) схема ўстаноўкі каталітычнага нейтралізатара: *1* — рухавік; *2* — выпускная труба; *3* — каталітычны нейтралізатар; *4* — электронны блок; *5* — падача паветра; *6* — рэсівер; *7* — адваротны клапан; *б)* нейтралізатар: *1* — ізаляцыя; *2* — заглушка адтуліны для запаўнення нейтралізатара.

Значны ўплыў на колькасць шкодных рэчываў, выкідваемых транспартным сродкам, аказвае яго агульны тэхнічны стан і дакладнасць рэгуліроўкі. Напрыклад, пры парушэнні рэгуліроўкі карбюратара колькасць выкідаў аксіду вугляроду можа ўзрастаць у 4—5 разоў. Значнае зніжэнне колькасці таксічных злучэнняў можа быць дасягнута ў выніку выкарыстання нейтралізатараў адпрацаваных газаў. Найбольш распаўсюджаны тэрмічныя і каталітычныя нейтралізатары.

Тэрмічныя нейтралізатары забяспечваюць даакіс-

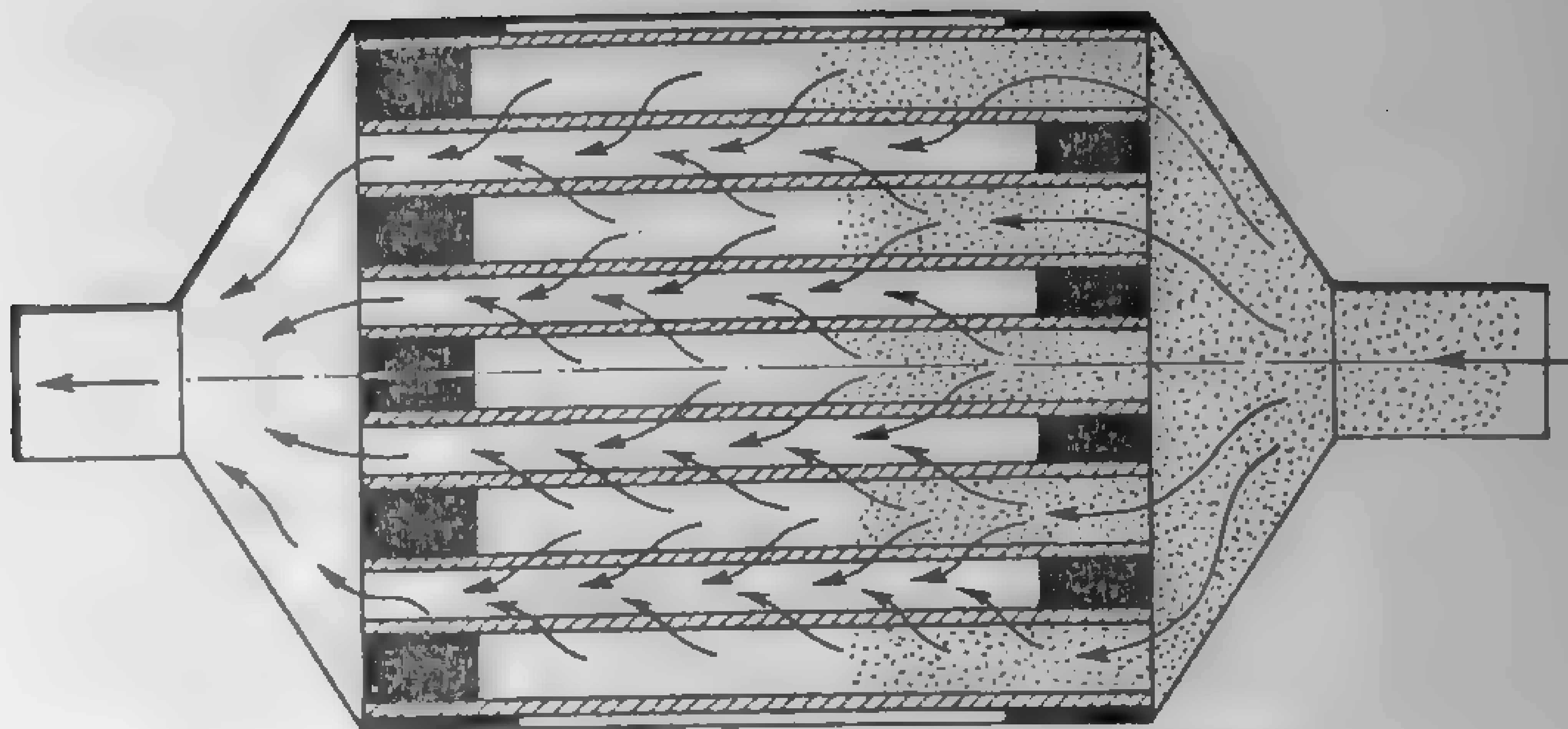
ленне аксіду вугляроду і вуглевадародаў шляхам некаталітычных газавых рэакцый. Аксіды азоту пры гэтым не выдаляюцца. Для працякання працэсу акіслення неабходна тэмпература каля 900°С. Часцей за ўсё тэрмічны нейтралізатар прадстаўляе сабой цеплаізаляваны рэзервуар з перагародкамі, які ўстанаўліваецца непасрэдна каля рухавіка для забеспячэння неабходнай тэмпературы. Пры нізкіх тэмпературах вуглевадароды могуць акісляцца да аксіду вугляроду і альдэгідаў. Іншы раз у рэактар падаюць паветра, каб ліквідаваць дэфіцыт кіслароду. Але гэта некалькі пагаршае эканамічныя паказчыкі работы рухавіка.

Каталітычныя рэактары забяспечваюць абясшкоджванне адпрацаваўшых газаў як шляхам акіслення, так і аднаўлення. Найбольш эфектыўнымі з'яўляюцца каталізатары на аснове плаціны і паладыю (акісленне), родыю (аднаўленне). Каталітычнае акісленне, як і тэрмічнае, забяспечвае нейтралізацыю аксіду вугляроду і вуглевадародаў. Каталітычнае аднаўленне зніжае канцэнтрацыю аксідаў азоту. Тэмпература газаў для каталітычных пераўтварэнняў не павінна быць менш за 250°С.

Найбольш распаўсюджаны нейтралізатары, якія забяспечваюць толькі акісленне ці акісленне і аднаўленне (біфункцыянальныя).

На мал. 10.15 паказана пабудова і месца ўстаноўкі каталітычных нейтралізатараў. Для забеспячэння аднавіцельнага асяроддзя перад першай ступенню рэактара суадносіны паміж палівам і паветрам, падаваемым на спальванне ў рухавік, павінны быць блізкімі да стэхіаметрычнага. Для поўнага акіслення шкодных прымесяў перад каталізатарам акіслення ў адпрацаваныя газы можа падавацца паветра. Такім чынам, выкарыстанне каталітычных нейтралізатараў прад'яўляе пэўныя патрабаванні і да рэжыму эксплуатацыі рухавіка, патрабуе дадатковых выдаткаў.

Значна пагаршаюць работу каталітычных рэактараў злучэнні некаторых металаў, якія прысутнічаюць у маслах і ў паліве (асабліва тэтраэтылсвінец). Яны атручваюць каталізатар і выводзяць яго са строю за вельмі кароткі адрэзак часу (месяцы). Гэта з'яўляецца адной з прычын, па якой такія нейтралізатары не вы-



Мал. 10.16. Схема фільтра-сажаўлоўніка.

карыстоўваюцца ў нашай краіне. Пераход на неэтыліраваны бензін аблегчыць рашэнне праблем, звязаных з выкідамі свінцу і з абясшкоджваннем адпрацаваных газаў ад іншых шкодных рэчываў.

Для зніжэння выкіду сажавага аэразолю дызельнымі рухавікамі распрацавана некалькі канструкцый сажаўлоўнікаў, прадстаўляючых сабой фільтры (мал. 10.16). У якасці фільтравальных элементаў выкарыстоўваюцца порыстыя тэрмастойкія матэрыялы, якія маюць дастатковую трываласць і стойкасць да агрэсіўных хімічных рэчываў. Рэгенерацыю фільтравальных элементаў гэтага тыпу праводзяць тэрмічным метадам шляхам павышэння тэмпературы да 450°С і выпальвання сажы.

Пры разглядзе праблем, звязаных са зніжэннем шкодных выкідаў ад транспартных сродкаў, мы засяродзілі ўвагу толькі на аўтатранспарце. Але забруджваюць атмасферу чыгуначны і водны транспарт, авіяцыя і ракетная тэхніка. Доля гэтых крыніц ў агульным забруджванні атмасферы адносна невялікая.

Заканчваючы выкладанне матэрыялу, прысвечанага ахове атмасфернага паветра, трэба адзначыць, што мы толькі абазначылі асноўныя праблемы, паказалі шляхі іх рашэння. На жаль, многія вядомыя тэхнічныя рашэнні, напраўленыя на ахову атмасфернага паветра, яшчэ чакаюць сваёй рэалізацыі на практыцы.

Глава 11. РАЦЫЯНАЛЬНАЕ ВЫКАРЫСТАННЕ І АХОВА ВОДНЫХ РЭСУРСАЎ

Рацыянальнае выкарыстанне і ахова водных рэсурсаў з'яўляецца адной з важнейшых задач сучаснасці. Гэта звязана не толькі з колькасным вычарпаннем прыродных вод, але і з шырокамаштабным пагаршэннем іх якасці, якое не дазваляе іх выкарыстоўваць на розныя мэты. Вядома, што спажыванне вады перавышае агульнае спажыванне ўсіх відаў рэсурсаў і прадукцыі. Усякае выкарыстанне вады ў той ці іншай меры адбіваецца на кампанентах навакольнага асяроддзя. Ахоўваць водныя рэсурсы нельга ў адрыве ад аховы зямлі (глебы), лясоў, атмасферы, інакш яны з'яўляюцца крыніцай пастаяннага паўторнага забруджвання вод.

Пад воднымі рэсурсамі разумеюць усю хімічна не звязаную ваду, якая знаходзіцца на планеце, на тэрыторыі дзяржавы, вобласці: паверхневыя і падземныя воды, глебавая вільгаць, вада ледавікоў і снегавога покрыва, вадзяная пара атмасферы, якія выкарыстоўваюцца ці могуць быць выкарыстаны пры даным узроўні развіцця вытворчых сіл.

Асноўнымі воднымі рэсурсамі ў нашай краіне з'яўляюцца прэсныя паверхневыя і падземныя воды, даступныя да эксплуатацыі. Паверхневыя воды — гэта воды сушы, якія пастаянна ці часова знаходзяцца на зямной паверхні ў выглядзе вадкасці (рэкі і азёры, вадасховішчы, балоты) ці ў цвёрдым стане (ледавікі і снегавое покрыва). Падземныя воды фарміруюцца ў выніку інфільтрацыі з зямной паверхні дажджавых, расталых, рачных, азёрных і марскіх вод, кандэнсацыі вадзяной пары ў порах ці трэшчынах парод, асадкаўтварэнні. У першым ад паверхні зямлі безнапорным гарызонце залягаюць грунтавыя воды. Непасрэдна над іх паверхняй знаходзяцца капілярныя воды. Ніжэй грунтавых залягаюць пластавыя воды, якія знаходзяцца пад гідрастатычным ціскам і абмежаваны водатрывалымі слаямі. Ва ўмовах гідрастатычнага ціску яны могуць вылівацца на паверхню (артэзіанскія воды).

У выкарыстанні водных рэсурсаў выдзяляюць водакарыстанне і водаспажыванне. Пры водакарыстанні вада не забіраецца з вадаёмаў, а толькі выконвае вызначаныя функцыі. Да выкарыстальнікаў належаць

16. Зак. 5043.

водны транспарт, гідраэнергетыка, рыбная гаспадарка, лесасплаў і т.п. Пры водаспажыванні вада забіраецца з водных аб'ектаў для забеспячэння камунальных патрэб, патрэб прамысловасці і сельскай гаспадаркі. Пры гэтым частка вады губляецца беззваротна (выпарваецца, адводзіцца ▪ шламамі і г.д.), уваходзіць у склад прадукцыі, астатняя колькасць у выглядзе сцёкавых вод адводзіцца (вяртаецца) у рэкі і азёры. Такое водаспажыванне называецца зваротным. Прыкладам беззваротнага водаспажывання можа быць арашэнне. Зразумела, што і водакарыстанне, і водаспажыванне аказваюць значны ўплыў на якасць і запасы водных рэсурсаў. Найбольш яўна гэты ўплыў праслежваецца пры скідванні ў вадаёмы сцёкавых вод. Праблема сцёкавых вод непасрэдна звязана с рашэннем комплексу задач па зніжэнню ўзроўню водаспажывання. Асноўнымі напрамкамі зніжэння ўзроўню водаспажывання з'яўляюцца: укараненне водазберагаючых тэхналагічных працэсаў і абсталявання; мала- і бяссцёкавыя сістэмы воднай гаспадаркі.

Зразумела, што рашэнне праблем, звязаных з прадухіленнем шкоднага ўздзеяння на гідрасферу аднаго, нават буйнога водаспажыўца, не дасць выніку. Неабходна рэалізацыя комплекснага падыходу, які дазваляе рашыць праблему ў рамках дзяржавы, эканамічнага раёна ці рачнога басейна. Такі комплексны падыход уключае: ацэнку водных рэсурсаў з улікам існуючай і перспектыўнай гаспадарчай дзейнасці; абгрунтаванне норм водаспажывання і аб'ёму беззваротных страт, якія адпавядаюць сучаснаму ўзроўню тэхнікі і тэхналогіі, для ўсіх водаспажыўцоў; распрацоўку водагаспадарчых балансаў для водных аб'ектаў і тэрыторый; распрацоўку мерапрыемстваў па ахове прыродных вод ад забруджвання і збяднення і ачысткі ўсіх відаў сцёкавых вод; вызначэнне затрат на правядзенне водагаспадарчых мерапрыемстваў і звязаных з імі праектных і навукова-даследчых работ; ацэнку эканамічнага эфекту і магчымага змянення прыродных умоў у зонах ажыццяўлення буйных водагаспадарчых мерапрыемстваў.

Важную ролю ў забеспячэнні рацыянальнага выкарыстання водных рэсурсаў мае дзяржаўны кантроль,

які ажыццяўляецца Міністэрствам прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя.

11.1. СІСТЭМЫ ВОДАЗАБЕСПЯЧЭННЯ І ВОДААДВЯДЗЕННЯ

Састаў сістэм водазабеспячэння і водаадвядзення вызначаецца патрабаваннямі спажыўца да якасці вады і яе расходам. Разгледзім сістэмы водазабеспячэння і водаадвядзення асноўных водаспажыўцоў, якімі з'яўляюцца прамысловасць і энергетыка, камунальная гаспадарка (водазабеспячэнне гарадоў і населеных месц) і сельская гаспадарка.

У сістэму водазабеспячэння прамысловага прадпрыемства пры выкарыстанні ў якасці крыніцы вадаёма ўваходзяць водазаборныя збудаванні, насосныя станцыі, станцыя водападрыхтоўкі (ачысткі), акумулірующыя ёмістасці, водаразмеркавальная сетка.

У прамысловасці вада выкарыстоўваецца ў якасці сыравіны, універсальнага растваральніка, цепланосьбіта і ахаладжальніка, у працэсах падрыхтоўкі сыравіны, мыцця абсталявання і памяшканняў і для многіх іншых мэт. У залежнасці ад назначэння вады, выкарыстоўваемай на прадпрыемстве, да яе прад'яўляюцца адпаведныя патрабаванні. Іншы раз гэтыя патрабаванні настолькі жорсткія, што перад выкарыстаннем ваду неабходна падвяргаць глыбокай ачыстцы. Нават вада пітной якасці не заўсёды можа быць выкарыстана для патрэб вытворчасці. Акрамя таго, на кожным прадпрыемстве вада выкарыстоўваецца на супрацьпажарныя патрэбы, для задавальнення патрэбнасцяў работнікаў, для паліву тэрыторыі і г.д.

Расход вады для прадпрыемства вызначаюць па яго магутнасці і колькасці працуючых з улікам удзельных расходаў вады. Удзельныя расходы вады на адзінку прамысловай прадукцыі залежаць ад асартыменту выпускаемай прадукцыі, тэхналогіі вытворчасці і некаторых другіх фактараў. У табл. 11.1 прыведзены ўдзельныя расходы вады і колькасць сцёкавых вод для некаторых відаў прадукцыі. Прыведзеныя нормы выкарыстоўваюцца пры праектаванні, а таксама пры вызначэнні адпаведнасці ўзроўня водаспажывання дзеючых прадпрыемстваў сучасным патрабаванням.

Удзельны расход вады на аднаго працуючага вызна-

11.1. Удзельныя расходы вады і колькасць сцёкавых вод для вытворчасці некаторых відаў прадукцыі, $м^3$

Від прадукцыі	Абаротная і паўторна выкарыстоўваемая вада	Свежая вада з крыніцы	Усяго	Беззваротнае спажыванне і страты вады	Сцёкавая вада
Здабыча нафты	3,6	3,6	7,2	3,2	0,4
Электраэнергія кандынсацыйных электрастанцый на арганічным паліве, МВт·г	137,1	6	143,6	1,4	4,6
Аўтамабілі грузавыя, шт.	970	227,6	1197,6	140	87,6
Трактары, шт.	367	83	450	21	62
Камбайны кукурузаўборачныя, шт.	150	28	178	5	23
Цэлюлоза сульфатная, т	1050	220	1420	2	198
Папера, т	290	40	330	3	37
Кардон тарны, т	230	25	255	1	24
Азотныя ўгнаенні, т	57,3	4,3	61,6	3,4	0,9
Сінтэтычнае валакно (нітрон), т	2000	160	2160	40	120
Цэгла сілікатная	3,8	1,6	5,4	0,6	1,0
Шкло ліставое, 1000 м	530	47	577	36	11
Тканіна льняная, т	418	344	762	27	317
Тканіна баваўняная, 1000 $м^2$	790	66	856	24	42
Мяса, т	84	27	111	3	24

чаецца характарам вытворчасці, умовамі працы персаналу і можа вагацца ў граніцах 25—100 л на 1 працуючага.

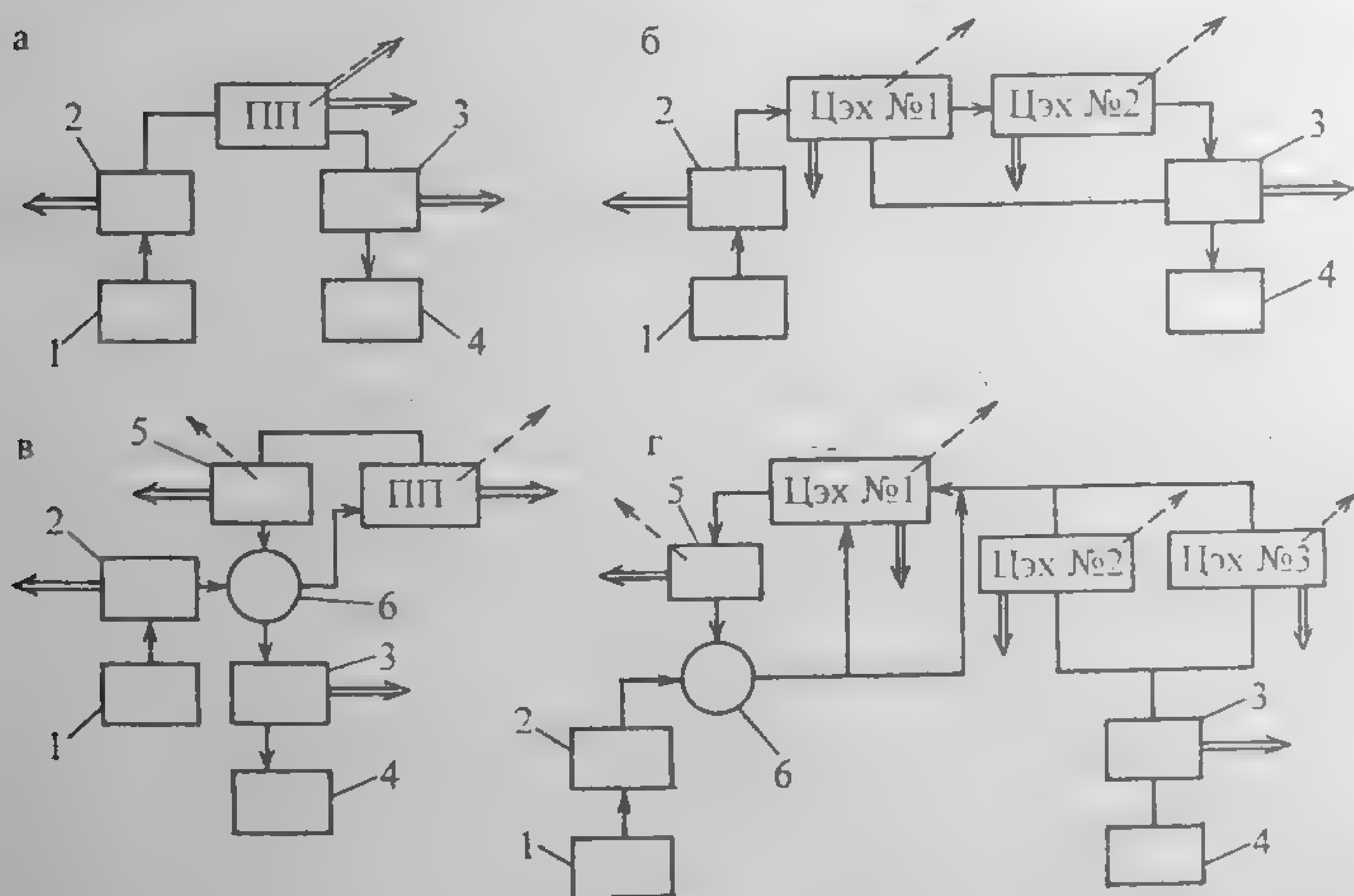
Забеспячэнне мер супрацьпажарнай бяспекі гарантуецца выкарыстаннем вады для вонкавага пажаратушэння ў колькасці 10—80 л/с, у сістэмах супрацьпажарнай аховы ў колькасці 30—240 л/с. Працягласць падачы вады ў гэтыя сістэмы можа састаўляць 10—60 хвілін.

Станцыя водападрыхтоўкі павінна забяспечваць патрэбы вытворчасці вадой патрабуемай якасці і ў зададзенай колькасці. Значна прасцей выглядае сістэма вода-

забеспячэння, калі ў якасці крыніцы выкарыстоўваецца гарадскі водаправод. У гэтым выпадку няма патрэбы ў водазаборных збудаваннях, а часта і ў станцыі водападрыхтоўкі і помпавай станцыі. Звычайна прадпрыемства выкарыстоўвае адразу некалькі крыніц водазабеспячэння, што адпаведна адбіваецца на сістэме водазабеспячэння.

Важнае значэнне для сістэмы водазабеспячэння прамысловага прадпрыемства мае яе надзейнасць. Шэраг прадпрыемстваў не дапускае перапынку і нават зніжэння расходаў вады, так як гэта можа прывесці да пагаршэння якасці прадукцыі, выхаду са строю абсталявання, нават узнікнення аварыйных сітуацый.

У прамысловым водазабеспячэнні выкарыстоўваюцца праматочныя, паслядоўныя, абаротныя і змешаныя сістэмы. Адметныя прыкметы кожнай сістэмы лёгка ўба-



Мал. 11.1. Сістэмы водазабеспячэння прамысловых прадпрыемстваў:

а) праматочная; *б)* праматочная з паўторным выкарыстаннем; *в)* абаротная; *г)* змешаная (камбінаваная); *1* — крыніца водазабеспячэння (паверхневыя ці падземныя воды); *2* — водаачышчальныя збудаванні; *3* — ачыстка сцёкавых вод; *4* — прыёмнік ачышчаных сцёкавых вод (вадаем, рака); *5* — ачыстка і (ці) ахаладжванне вады; *6* — зборная камера (рэзервуар); ПП — прамысловае прадпрыемства;

⇨ страты вады са шламамі, асадкамі;

→ страты вады ў выніку выпарвання, з гатовай прадукцыяй.

чыць з мал. 11.1. Пры праматочнай сістэме вада пасля выкарыстання ў тэхналагічным цыкле ачышчаецца (пры неабходнасці) і скідваецца ў водапрыёмнік. Паслядоўная сістэма характарызуецца тым, што вада пасля выкарыстання ў першым тэхналагічным цыкле падаецца на другі, пасля якога скідваецца ў водапрыёмнік. Сістэмы абаротнага водазабеспячэння раздзяляюць на ахаладжаючыя і тэхналагічныя. Першыя выкарыстоўваюцца, калі паўторнаму выкарыстанню вады перашкаджае яе высокая тэмпература. Ахалоджванне дае магчымасць многаразова выкарыстоўваць ваду ў сістэме. Але так як частка вады губляецца беззваротна пры ахалоджванні, то яе колькасць пастаянна папаўняецца свежай праз сістэму водазабеспячэння з крыніцы. Акрамя таго, нармальнае функцыянаванне такой сістэмы забяспечваецца шэрагам мерапрыемстваў, прадухіляючых карозію трубаправодаў і абсталявання, біялагічныя абрастанні, асаджэнне соляў на сценках труб і апаратаў, падтрымліваючых пастаянную канцэнтрацыю ўзвешаных рэчываў.

Тэхналагічныя сістэмы абаротнага водазабеспячэння больш складаныя за вышэйапісаныя і таму менш распаўсюджаныя. Гэта звязана з тым, што паўторнае выкарыстанне вады ў тэхналагічным працэсе патрабуе не толькі яе ахалоджвання, але і дастаткова глыбокай ачысткі і другой апрацоўкі. Часта якасць вады непасрэдна ўплывае на якасць прадукцыі, таму разам з праблемай ачысткі вады перад паўторным выкарыстаннем трэба вырашыць задачу распрацоўкі тэхналагічных працэсаў і рэжымаў, забяспечваючых атрыманне прадукцыі з зададзенымі ўласцівасцямі і нармальнае функцыянаванне абсталявання ва ўмовах абаротнага водаспажывання.

На буйным прадпрыемстве можна сустрэць усе апісаныя сістэмы і магчымыя іх камбінацыі. Трэба адзначыць, што ўкараненне тэхналагічных сістэм водазабеспячэння акрамя эканоміі водных рэсурсаў дазваляе ў значнай меры знізіць страты сыравіны і матэрыялаў. Тэхнічная дасканаласць сістэм абаротнага водакарыстання можа быць ахарактарызавана каэфіцыентам $К_{аб}$:

$$К_{аб} = Q_{аб} / (Q_{аб} + Q_{с}), \quad (31)$$

дзе $Q_{аб}$ — расход вады ў абароце; $Q_{с}$ — расход свежай вады з крыніцы водазабеспячэння.

Эфектыўнасць выкарыстання вады на прадпрыемстве (К) вызначаецца:

$$К = (Q_c - Q_{сц}) / Q_c, \quad (32)$$

дзе $Q_{сц}$ — расход сцёкавых вод; Q_c — расход вады, забіраемай з крыніцы водазабеспячэння без уліку вады, паступаючай у сістэму разам з сыравінай.

Для машынабудавання каэфіцыент $К_{аб}$ мае значэнне 0,7; для энергетыкі — 0,65; для нафтахіміі — 0,86; для цэлюлозна-папяровай прамысловасці — 0,65; для лёгкай — 0,6; для харчовай прамысловасці — 0,45.

Акрамя ўдасканалення тэхналогіі, укаранення абаротных сістэм важнае значэнне для зніжэння ўзроўню водаспажывання мае пошук дадатковых крыніц вады. Такімі крыніцамі могуць быць паверхневы сцёк (гл. ніжэй), ачышчаныя гарадскія сцёкавыя воды. Значна знізіць узровень водаспажывання можна ў рамках тэрытарыяльна-вытворчага комплексу, аб'яднаўшы і ўвязаўшы сістэмы водаспажывання і водаадвядзення розных прадпрыемстваў і аб'ектаў.

Пры праектаванні і эксплуатацыі сістэм водаадвядзення прамысловых прадпрыемстваў раздзяляюць унутрыпляцовачную і пазапляцовачную сістэмы. Да першай адносіцца размяшчаемы на тэрыторыі прампляцоўкі комплекс водаадводных сетак, збудаванняў, помпавых станцый і лакальных установак па ачыстцы сцёкавых вод. Названыя аб'екты, размешчаныя па-за прампляцоўкай, адносяцца да пазапляцовачнай сістэмы водаадвядзення. Калі сцёкавыя воды прадпрыемства напраўляюцца непасрэдна на ачышчальныя збудаванні горада, то пазапляцовачная сістэма абмяжоўваецца сістэмай сетак і збудаванняў, забяспечваючых злучэнне калектараў прамысловага прадпрыемства і водаадводнай сеткі горада ці населенага пункта.

Водаадвядзенне ад прамысловых прадпрыемстваў пажадана ажыццяўляць па поўнай раздзельнай схеме. Пры гэтым сцёкавыя воды, якія значна адрозніваюцца па саставу і ўласцівасцях, адводзяцца самастойнымі патокамі. Выдзяляюць тры асноўныя патокі: прамысловыя і бытавыя сцёкавыя воды, паверхневы сцёк.

Прамысловыя сцёкавыя воды ў залежнасці ад расходу, саставу забруджваючых рэчываў, іх канцэнтрацыі могуць адводзіцца некалькімі самастойнымі патокамі:

моцназабруджаныя, якія ўтрымліваюць таксічныя і ядавітыя рэчывы; кіслыя; шчолачныя і г.д.

Бытавыя сцёкавыя воды з прампляцоўкі адводзяцца і ачышчаюцца паасобна, калі прамысловыя сцёкавыя воды па сваім складзе не патрабуюць біялагічнай ачысткі. Сумеснае адвядзенне бытавых і прамысловых сцёкавых вод магчыма і апраўдана, калі яны забруджаны арганічнымі рэчывамі, якія могуць падвяргацца біялагічнай дэструкцыі.

Паверхневы сцёк утвараецца ў выніку выдалення з тэрыторыі прампляцоўкі дажджавых, талых і палівамыйных вод. Значная частка тэрыторыі прампляцоўкі мае гідраізаляцыйнае пакрыцце (асфальт, асфальтабетон, дахі будынкаў), што павялічвае расход паверхневых вод.

Асноўнымі забруджвальнікамі паверхневага сцёку з'яўляюцца завіслыя рэчывы і арганічныя злучэнні. Звычайна паверхневы сцёк адводзіцца аддзельна ці аб'ядноўваецца з незабруджанымі прамысловымі сцёкавымі водамі. Шэраг прадпрыемстваў характарызуецца значнымі ўзроўнямі забруджвання паверхневага сцёку, што вызначае неабходнасць яго абавязковай ачысткі. Праблема ачысткі і выкарыстання паверхневага сцёку досыць востра стаіць перад прадпрыемствамі рэспублікі.

Мэтазгоднасць раздзялення ці аб'яднання асобных патокаў сцёкавых вод пры праектаванні сістэм водаадвядзення прамысловых прадпрыемстваў з'яўляецца адным з найбольш актуальных пытанняў, ад правільнага рашэння якога залежыць кошт будаўніцтва і затраты на эксплуатацыю ачышчальных збудаванняў, надзейнасць аховы вадаёмаў ад забруджвання і эфектыўнасць асноўнай вытворчасці.

Буйным спажыўцом вады з'яўляецца энергетыка. У асноўным вада выкарыстоўваецца для кандэнсацыі пары ў кандэнсатары паравой турбіны, для ахалоджвання асноўнага і дапаможнага абсталявання, у сістэмах ачысткі дымавых газаў. Для сучаснай магутнай цеплаэлектрастанцыі, абсталяванай васьмю энергаблокамі па 300 тыс. кВт кожны, агульны расход вады складае каля 300 тыс. $м^3$ у гадзіну (летні час). Водазаборныя і ачышчальныя збудаванні пры такіх расходах вады ўяўляюць сабой даволі буйныя аб'екты. Часта месца

размяшчэння электрастанцыі выбіраецца выключна зыходзячы са зручнасці забеспячэння яе вадой. Для такіх аб'ектаў надзённай задачай з'яўляецца пераход на абаротныя сістэмы вадзяного ахалоджвання, выкарыстанне энергетычнага (цеплавога) патэнцыялу вады сістэмы ахалоджвання. Аднак стварэнне ахалоджвальных сістэм пры вялікім расходзе гэтых вод вядзе да значнага падаражання будаўніцтва і эксплуатацыі электрастанцыі. Дастаткова складанай праблемай для цеплаэнергетыкі з'яўляецца утылізацыя мінералізаваных сцёкаў, якія ўтвараюцца пры падрыхтоўцы вады для сілкавання паравых турбін.

Сучасныя сістэмы водазабеспячэння гарадоў уяўляюць сабой складаныя сістэмы, забяспечваючыя забор прыроднай вады, яе апрацоўку (ачыстку, абеззаражванне і г.д.) і размеркаванне спажыўцам. Часцей за ўсё гэтыя сістэмы разлічаны адначасова на пітное, вытворчае і супрацьпажарнае водазабеспячэнне. Асноўнай задачай такіх сістэм з'яўляецца атрыманне пітной вады, адпавядаючай патрабаванням стандартаў, незалежна ад выкарыстоўваемай крыніцы водазабеспячэння.

Узровень водаспажывання залежыць ад многіх фактараў і вагаецца ў залежнасці ад часу сутак, дня нядзелі, пары году. Жыхар буйнога горада спажывае да 600 л пітной вады ў суткі. З гэтага аб'ёму на асабовыя патрэбы расходуецца прыкладна 200 л, для работы грамадскіх і камунальных прадпрыемстваў — 100 л і для падтрымання чысціні ў горадзе — 100 л. Прыкладна трэць сутачнага расходу вады на аднаго жыхара забіраецца прадпрыемствамі. Актуальнай праблемай для камунальна-бытавога водазабеспячэння з'яўляецца эканомія вады, прадухіленне ўцечак праз запорную арматуру і г.д. Важнае значэнне прыдаецца эканамічным рычагам рэгулявання ўзроўню водаспажывання.

Сістэма водаадвядзення горада ўяўляе сабой комплекс інжынерных збудаванняў, прызначаных для збору, транспарціроўкі, ачысткі, абясшкоджвання і абеззаражвання забруджаных сцёкавых вод і выпускаў іх ў водапрыёмнікі. Адрозненне па саставу і ўласцівасцях забруджванняў бытавых, паверхневых і прамысловых сцёкавых вод абумоўлівае розныя метады іх ачысткі, неабходнасць раздзельнага адвядзення ці сумеснай

ачысткі. Як і для прамысловых прадпрыемстваў, сістэмы водаадвядзення горада могуць быць раздзельныя, няпоўна раздзельныя, паўраздзельныя і сумесныя (агульнасплаўныя). Аб раздзельнай сістэме ўпамянута вышэй. Няпоўная раздзельная сістэма мае адну водаадводную сетку — для адводу бытавых і прамысловых сцёкавых вод. Адвод паверхневых вод прадугледжаны на адкрытых латках, канавах. Паўраздзельная сістэма водаадвядзення мае дзве водаадводныя сеткі — прамыслова-бытавую і паверхневую (дажджавую). Агульнасплаўная сістэма водаадвядзення прадугледжвае абсталяванне ў адной частцы аб'екта агульнасплаўной сістэмы, а ў другой — поўнай раздзельнай.

Поўнасцю раздзельная сістэма для ўмоў буйнога горада практычна не сустракаецца. Часцей за ўсё пры ачыстцы маюць справу з сумессю бытавых і прамысловых сцёкавых вод — гарадскімі сцёкавымі водамі. У гарадскіх сцёкавых водах заўсёды змяшчаюцца забруджвальнікі, характэрныя для прамысловых сцёкавых вод.

Як сведчаць выкладзеныя матэрыялы, ключавым элементам як сістэмы водазабеспячэння, так і сістэмы водаадвядзення з'яўляюцца ачыстка прыроднай вады перад выкарыстаннем (водападрыхтоўка), перад паўторным выкарыстаннем у сістэме абаротнага водазабеспячэння (лакальная ачыстка), перад скідам у водапрыёмнікі (ачыстка сцёкавых вод). Метады ачысткі і абсталяванне, выкарыстоўваемыя ва ўсіх разглядаемых выпадках, падобны, таму мы будзем гаварыць у асноўным аб ачыстцы гарадскіх і прамысловых сцёкавых вод.

11.2. САСТАЎ І КЛАСІФІКАЦЫЯ СЦЁКАВЫХ ВОД

Сцёкавыя воды, скідваемыя з тэрыторыі прадпрыемства, прамвузла, горада, па свайму складу могуць быць раздзелены на тры ўжо ўпамянутыя віды: прамысловыя, бытавыя, паверхневыя.

Прамысловыя сцёкавыя воды падзяляюцца на дзве асноўныя катэгорыі: забруджаныя і малазабруджаныя (умоўна чыстыя, нарматыўна-чыстыя). Забруджаныя прамысловыя сцёкавыя воды змяшчаюць розныя прымесі і ўмоўна падраздзяляюцца на тры групы:

1) забруджаныя пераважна мінеральнымі прымесямі

(металургія, машынабудаванне, вытворчасць будаўнічых вырабаў і матэрыялаў і г.д.);

2) забруджаныя пераважна арганічнымі прымесямі (мясная, малочная, харчовая, цэлюлозна-папяровая прамысловасць, хімічная і мікрабіялагічная вытворчасць, заводы па вытворчасці пластмас і інш.);

3) забруджаныя мінеральнымі і арганічнымі прымесямі (нафтаперапрацоўчыя прадпрыемствы, вытворчасць кансерваў, цукру, прадуктаў арганічнага сінтэзу і інш.).

Існуе класіфікацыя прамысловых сцёкавых вод па ўтрыманню таксічных рэчываў і прымесяў, а таксама па наяўнасці канцэнтрыраваных адходаў вытворчасці, не падлягаемых да спуску ў водаадводную сетку.

Незабруджаныя прамысловыя сцёкавыя воды паступаюць ад халадзільных, кампрэсарных, цеплаабменных апаратаў. Яны ўтвараюцца пры ахалоджванні асноўнага і дапаможнага абсталявання і прадуктаў вытворчасці.

Трэба адзначыць, што на розных прадпрыемствах, нават пры аднолькавых тэхналагічных працэсах, састаў вытворчых сцёкавых вод, як і ўдзельны расход іх на адзінку прадукцыі, можа значна адрознівацца. Вялікую ролю ў фарміраванні саставу вытворчых сцёкавых вод мае перапрацоўваемая сыравіна, тэхналагічны працэс, прымяняемыя дапаможныя кампаненты.

Прамысловыя сцёкавыя воды складаюць прыкладна 70 % ад аб'ёму сцёкавых вод, паступаючых у паверхневыя вадаёмы.

Бытавыя (гаспадарча-бытавыя, камунальныя) сцёкавыя воды складаюць прыкладна 20 % ад агульнага аб'ёму сцёкавых вод, скідваемых у паверхневыя вадаёмы. Аднак калі аб'ёмы і ўзровень забруджвання прамысловых сцёкавых вод могуць быць зменшаны, то для аб'ёму бытавых сцёкаў характэрна пастаяннае нарастанне, звязанае з павелічэннем насельніцтва, павышэннем узроўню дабрабыту і г.д. Колькасць забруджваючых рэчываў, якія прыходзяцца на аднаго жыхара, у гэтых водах адносна стабільная, што дазваляе прагназаваць састаў сцёкавых вод у залежнасці ад колькасці жыхароў населенага пункта. Адметнай рысай гэтых вод з'яўляецца наяўнасць вялікай колькасці бактэрый

(яйцы гельмінтаў, кішэчная палачка і іншыя патагенныя мікраарганізмы). Скід гэтых сцёкавых вод без ачысткі і апрацоўкі можа з'явіцца прычынай узнікнення інфекцыйных захворванняў.

Блізкія па саставу бытавым сцёкі жывёлагадоўчых ферм і буйных жывёлагадоўчых комплексаў, якіх нямала на Беларусі. На ферме буйной рагатай жывёлы ўтвараецца да 1 т жыжкі на кожную сотню галоў у суткі. Свінагадоўчы комплекс на 100 тыс. галоў па інтэнсіўнасці забруджвання вады раўназначны гораду з насельніцтвам 290 тыс. чалавек.

Паверхневы сцёк па меры павелічэння долі урбанізіраваных тэрыторый павялічваецца ў аб'ёме і становіцца ўсё больш забруджаным. Гэтыя тэрыторыі маюць значныя ўчасткі водатрывалых ці малапранікальных плошчаў, якія перашкоджваюць інфільтрацыі і вядуць да павелічэння каэфіцыента сцёку і, як следства, да пераразмеркавання надземнай і паверхневай састаўляючых сцёку з тэрыторыі. Гэтыя воды змяшчаюць значную долю мінеральных рэчываў, у межах 8—15% ад агульнай колькасці рэчываў, паступаючых з бытавымі сцёкамі з той жа тэрыторыі. Састаў паверхневага сцёку з тэрыторыі прампляцоўкі мае адметныя рысы, якія адлюстроўваюць спецыфіку канкрэтнай вытворчасці, выкарыстоўваемыя матэрыялы, выкіды ў атмасферу і г.д.

Асаблівасцю паверхневага сцёку з'яўляецца значная нераўнамернасць паступлення і вялікія ваганні ў расходзе (ад 0 у сухую пагоду да 300 л/с з 1 га тэрыторыі у перыяд ліўня).

Для характарыстыкі саставу сцёкавых вод выкарыстоўваюцца паказчыкі, якія адлюстроўваюць не толькі прыроду і агрэгатны стан забруджваючых рэчываў, але і магчымасць іх біялагічнай ачысткі, арганалептычныя ўласцівасці, каразійную актыўнасць і інш. Прымесі сцёкавых вод могуць знаходзіцца ў растворaным, калоідным і нераствораным стане (завіслыя рэчывы). Забруджванне сцёкавых вод арганічнымі рэчывамі характарызуецца паказчыкамі біяхімічнай (БПК) патрэбнасці ў кіслародзе і хімічнай патрэбнасці ў кіслародзе (ХПК). Першы паказчык характарызуе расход кіслароду на біяхімічнае акісленне раствораных, калоідных і часткова

завіслых рэчываў. Другі паказчык паказвае колькасць кіслароду, патрэбную для акіслення арганічных рэчываў да вуглякіслага газу, вады і другіх злучэнняў моцным акісляльнікам, напрыклад біхраматам калію. Важнай характарыстыкай вытворчых сцёкавых вод з'яўляюцца адносіны БПК да ХПК. Яны паказваюць, якая частка агульнай колькасці арганічных прымесяў можа быць акіслена біяхімічным шляхам. Лічыцца, што біяхімічная ачыстка апраўдана, калі гэтыя адносіны больш 0,5. Для бытавых сцёкавых вод гэтыя адносіны складаюць 0,86, для прамысловых сцёкавых вод вагаюцца ў шырокіх межах. Забруджванне мінеральнымі рэчывамі характарызуецца шчыльным (пракаленым) сухім астаткам.

Утрыманне прымесяў памерамі 10^{-5} м і вышэй характарызуе паказчык "завіслыя рэчывы". Пад завіслымі рэчывамі разумеюць часцінкі эмульсій і суспензій, якія могуць складацца як з арганічных, так і з мінеральных рэчываў. У састаў завіслых рэчываў уваходзяць таксама мікраарганізмы і бактэрыі.

Прымесі ў калоідным стане знаходзяцца як бы паміж завіслымі і растворанымі рэчывамі і характарызуюцца памерамі ў межах 10^{-5}—10^{-8} м. Яны могуць часткова вызначацца як у саставе завіслых, так і растворапых рэчываў. У параўнанні з завіслымі рэчывамі калоідныя прымесі амаль немагчыма выдзеліць адстойваннем, так як яны характарызуюцца высокай стабільнасцю. Кіслотнасць ці шчолачнасць вады характарызуецца паказчыкам pH.

Разгледжаныя агульныя (інтэгральныя) паказчыкі забруджвання сцёкавых вод даюць прадстаўленне аб узроўні забруджвання і магчымых метадах ачысткі. Шэраг забруджваючых рэчываў не ідэнтыфікуюцца як індывідуальныя злучэнні, а вызначаюцца ў саставе групы блізкіх па прыродзе, уласцівасцях і паходжанню прадуктаў. Да такіх адносяцца шырока распаўсюджаныя забруджвальнікі — як нафта і нафтапрадукты, паверхнева-актыўныя рэчывы (ПАР).

Акрамя гэтых паказчыкаў сцёкавыя воды характарызуюцца ўтрыманнем індывідуальных злучэнняў, састаў якіх вызначаецца ўмовамі ўтварэння сцёку. І наадварот, маючы поўную інфармацыю аб саставе сцёкавых

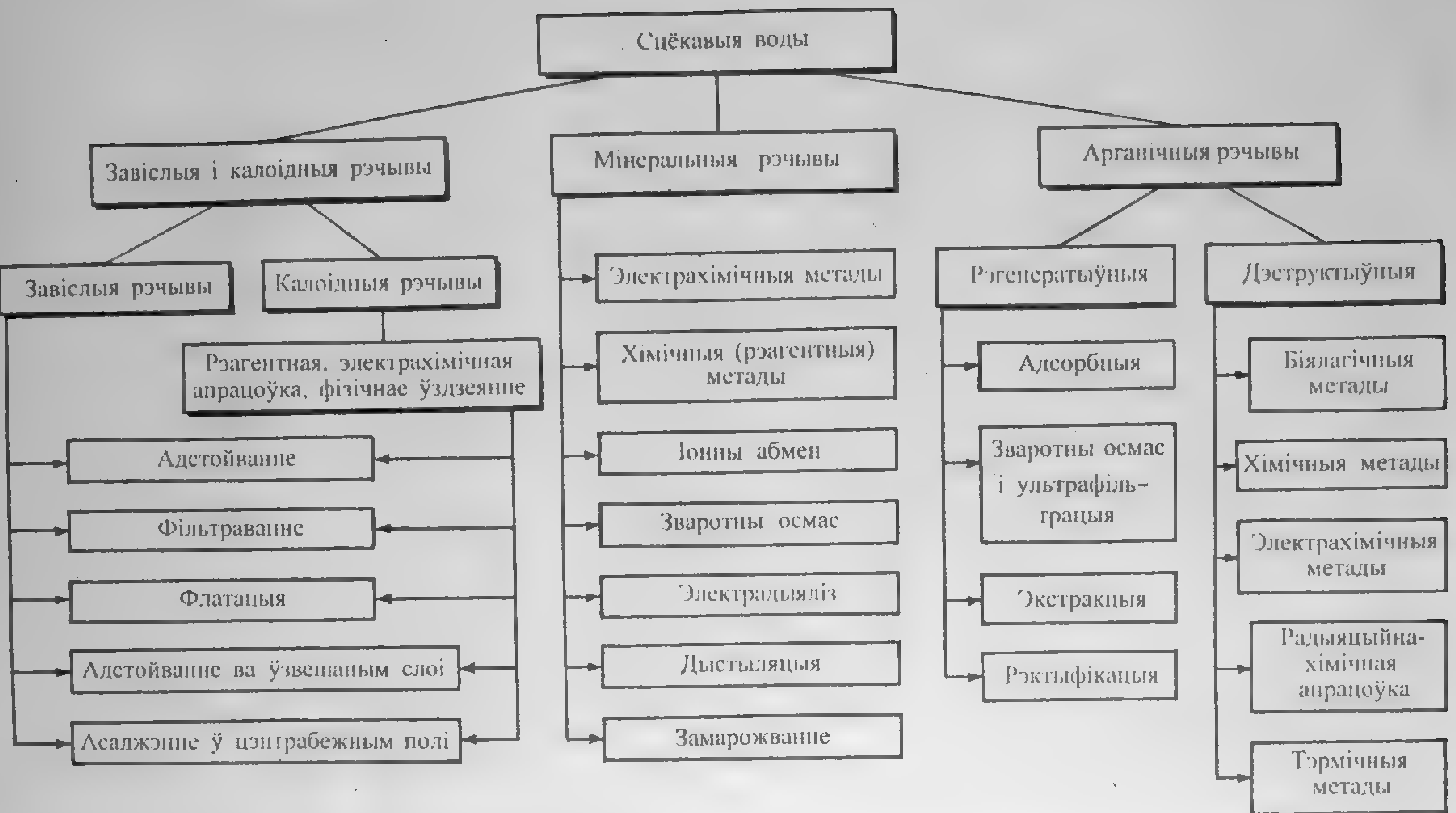
вод, можна дастаткова дакладна ўстанавіць, які аб'ект іх скінуў. Для больш як 420 рэчываў устаноўлены ГДК у вадзе вадаёмаў. Акрамя хімічных паказчыкаў састаў сцёкавых вод ацэньваюць і фізічнымі паказчыкамі, да якіх адносяць тэмпературу, колер, пах і прысмак.

Да санітарна-бактэрыялагічных паказчыкаў адносяць агульную колькасць бактэрый і кішэчнай палачкі (бактэрыя колі) у 1 мл вады. Мінімальны аб'ём вады (мл), які прыпадае на адну кішэчную палачку, называюць колі-тытрам, а колькасць кішэчных палачак у 1 л вады — колі-індэксам.

Маючы інфармацыю аб саставе сцёкавых вод і патрабаваннях водапрыёмніка ці спажыўца да скідваемых ці выкарыстоўваемых сцёкаў, можна абгрунтаваць неабходную ступень ачысткі. У залежнасці ад неабходнай ступені ачысткі колькаснага і якаснага саставу выдаляемых са сцёкаў злучэнняў выбіраюць метады ачысткі і неабходнае абсталяванне, якое ўваходзіць у склад ачышчальных збудаванняў.

11.3. КЛАСІФІКАЦЫЯ І СУЧАСНЫЯ НАПРАМКІ Ў РАЗВІЦЦІ МЕТАДАЎ АЧЫСТКІ

На наш час распрацавана многа метадаў ачысткі сцёкавых вод і абсталявання, дзе яны ажыццяўляюцца. Існуе некалькі класіфікацый метадаў ачысткі сцёкавых вод. Мы разгледзім класіфікацыю, у аснове якой агрэгатны стан забруджваючых рэчываў. Як бачна з мал. 11.2, метады ачысткі ад завіслых і калоідных рэчываў практычна аднолькавыя, але перад раздзяленнем сцёкавыя воды, утрымліваючыя калоіды, падвяргаюць апрацоўцы з мэтай парушэння стабільнасці сістэмы і паскарэння працэсаў раздзялення. Пры ачыстцы ад раствораных арганічных рэчываў выдзяляюць *рэгенерацыйныя* і *дэструктыўныя* метады. Першыя забяспечваюць улоўліванне забруджваючых рэчываў без змены іх саставаў, што дае магчымасць іх паўторна выкарыстаць. Дэструктыўныя метады заснаваны на разбурэнні ці пераводзе ў іншыя злучэнні і формы забруджваючых рэчываў. Практычна ўсе метады ачысткі ад мінеральных злучэнняў у той ці іншай ступені могуць лічыцца рэгенерацыйнымі. Выбар таго ці іншага метаду ачысткі вызначаецца мноствам фактараў. А выбіраць ёсць з



Мал. 11.2. Класіфікацыя метадаў ачысткі і абясшкоджвання сцёкавых вод.

чаго. Адно ці групу забруджваючых рэчываў можна выдаляць са сцёкавых вод двума, трыма, а іншы раз і большай колькасцю метадаў. У аснове такога выбару, як было паказана ў главе 10, ляжыць тэхніка-эканамічны аналіз. Паказчыкамі, па якіх праводзіцца параўнанне, могуць быць расход рэагентаў і другіх матэрыялаў; удзельны расход электрычнай і цеплавой энергіі; колькасць таварнага прадукту, атрымліваемага пры ачыстцы; надзейнасць; эканамічныя паказчыкі.

Важнейшым параметрам, па якім параўноўваюцца сістэмы ачысткі, з'яўляецца колькасць неутылізуемых адходаў, якія ўтвараюцца пры іх эксплуатацыі, прадухіленне другаснага забруджвання ачышчаных сцёкаў. Такімі адходамі з'яўляюцца асадкі, адпрацаваныя адсарбенты, фільтры і г.д. Таму распрацоўка новых метадаў і абсталявання для ачысткі сцёкаў ідзе ў напрамку забеспячэння іх безадходнасці і бяспечнасці. Перспектыўнымі лічацца такія ачышчальныя сістэмы, якія забяспечваюць выдзяленне забруджваючага рэчыва ў выглядзе, спрошчваючым яго выкарыстанне ці утылізацыю. У апошні час многа распрацовак прысвечана стварэнню метадаў ачысткі, забяспечваючых выдаленне забруджваючых рэчываў у адну ступень, выключаючых выкарыстанне мноства паслядоўна працуючых апаратаў. У першую чаргу гэта адносіцца да электрахімічных, радыяцыйна-хімічных метадаў, барамембранных працэсаў.

Развіццё традыцыйных метадаў ачысткі ідзе ў напрамку стварэння і выкарыстання больш эфектыўных матэрыялаў, адсарбентаў. Пытанні ўдасканалення і развіцця канкрэтных метадаў ачысткі будуць разглядацца ў адпаведных раздзелах.

11.4. АЧЫСТКА АД ЗАВІСЛЫХ І КАЛОІДНЫХ РЭЧЫВАЎ

Для асноўнай колькасці сцёкавых вод характэрна забруджванне завіслымі і калоіднымі рэчывамі. Часта яны з'яўляюцца асноўнымі забруджвальнікамі. Выдаленне завіслых рэчываў прысутнічае як стадыя практычна ў кожнай ачышчальнай сістэме.

Пры выдаленні нераствораных прымесяў выкарыстоўваюцца два асноўныя прынцыпы. Згодна з першым, рухаючай сілай працэсу раздзялення суспензій,

эмульсій з'яўляецца сіла цяжару, якая забяспечвае непасрэднае асаджэнне завіслых часцінак ці падняцце на паверхню шляхам флатацыі. Пры флатацыі пузыркі паветра падводзяцца ў сістэму, злучаюцца з часцінкамі і забяспечваюць іх рух на паверхню. Хуткасць раздзялення павялічваецца, калі сіла цяжару ў якасці рухаючай сілы замяняецца цэнтрабежнай, якая мае месца ў цэнтрыфугах, сепаратарах ці гідрацыклонах. Другі прынцып рэалізаваны ў фільтрах, у якіх сцёкавыя воды праходзяць праз порысты матэрыял (фільтр). Завіслыя рэчывы фільтрам затрымліваюцца, а вада праходзіць праз яго. Рухаючай сілай працэсу фільтравання з'яўляецца рознасць ціску над і пад фільтрам (страты напору).

Для раздзялення калоіднай сістэмы і выдалення калоідных часцінак згаданыя падыходы не даюць жадаемага эфекту па прычыне іх малых памераў і мінімальнай скорасці асаджэння. Так, калі часцінкі гліны з дыяметрам 0,01 мм адлегласць 1 м праходзяць за 2 гадзіны, то часцінкі з дыяметрам 0,0001 мм (калоідныя часцінкі) — за 20 гадоў. Таму раздзяленне такіх сістэм немагчыма без папярэдняга ўзбуйнення часцінак. Для ўзбуйнення патрэбна парушаць стабільнасць такой сістэмы, якая часцей за ўсё абумоўлена дзеяннем электрастатычных сіл. Калоідныя часцінкі прыродных і большасці сцёкавых вод маюць адмоўны зарад (патэнцыял) і адштурхоўваюцца адзін ад аднаго.

Асноўным спосабам дэстабілізацыі калоідных сістэм з'яўляецца рэагентная апрацоўка. У якасці рэагентаў (каагулянтаў) выкарыстоўваюць неарганічныя і арганічныя рэчывы. З неарганічных каагулянтаў найбольш часта выкарыстоўваюць солі алюмінію і жалеза, з арганічных — крухмал, сінтэтычныя палімеры (поліэлектраліты). Каагулянты з'яўляюцца носьбітамі часцей за ўсё станоўчага патэнцыялу, што абумоўлівае іх дэстабілізуючы эфект. Часта каагулянты выкарыстоўваюцца сумесна з рэчывамі, якія забяспечваюць фарміраванне ў сістэме пасля яе дэстабілізацыі каагулянтамі буйных агрэгатаў-хлоп'яў, якія здольны хутка асаджацца і выдзяляцца другімі спосабамі. Такія рэчывы, у якасці якіх выкарыстоўваюць высокамалекулярныя палімеры, называюцца флакулянтамі. Найбольш распаўсю-

джаным флакулянтам з'яўляецца поліакрыламід.

Для ўвядзення і дазіроўкі каагулянта ў аб'ём апрацоўваемых сцёкавых вод можа выкарыстоўвацца электрахімічнае растварэнне анода (алюмініевага ці жалезнага) — электракаагуляцыя. Яна мае шэраг пераваг перад рэагентнай, але патрабуе значных затрат электраэнергіі.

Каагуляцыю сістэмы можна вызваць і фізічнымі ўздзеяннямі — награваннем, замарожваннем і г.д.

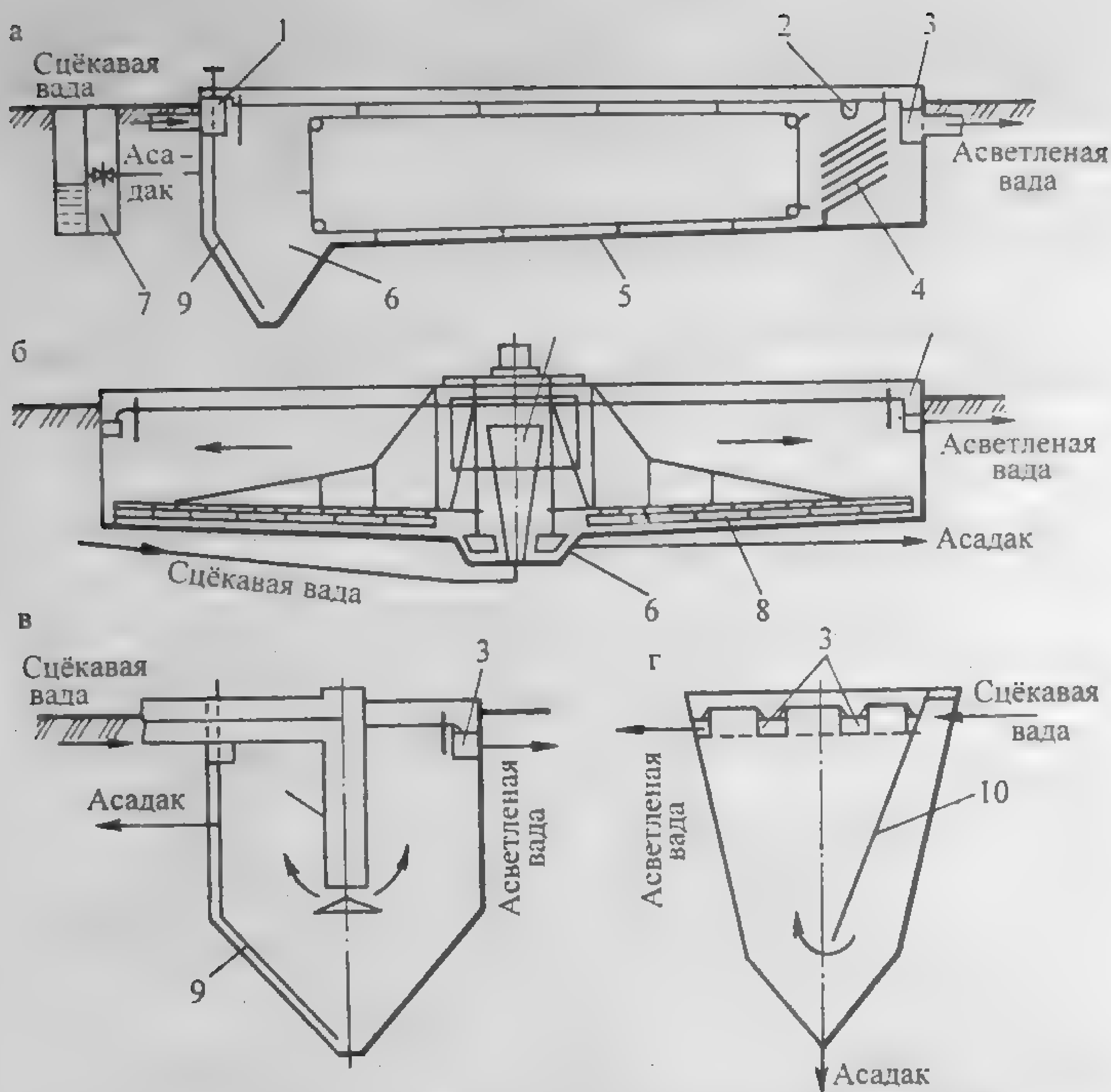
Найбольш шырока распаўсюджаным абсталяваннем для выдалення завіслых рэчываў з'яўляюцца адстойнікі. **Адстойванне** звычайна праводзіцца безупынна, калі раўнамерна падаецца сцёкавая вада і адводзіцца асветленая. Асадак выдаляецца часцей перыядычна.

Эфектыўнасць работы адстойніка залежыць як ад саставу сцёкавых вод, так і ад канструкцыі, рэжыму ачысткі. Асноўнымі канструктыўнымі асаблівасцямі, уплываючымі на эфектыўнасць ачысткі, з'яўляюцца сістэма збору асветленай вады, забяспечваючая аднароднасць патоку ва ўсім збудаванні; аб'ём, канцэнтрацыя асадку і спосаб яго выдалення. Гідраўлічныя характарыстыкі адстойніка павінны быць дэталёва падабраны.

Рэжымнымі параметрамі працэсу ачысткі з'яўляюцца час адстойвання, тэмпература, вышыня адстойвання, скорасць асаджэння, якая забяспечвае неабходную эфектыўнасць ачысткі. У практыцы ачысткі скорасць асаджэння называюць гідраўлічнай буйнасцю. Яна непасрэдна звязана з памерам завіслых часцінак і вызначае памер часцінак, якія патрэбна выдаліць з заданай эфектыўнасцю. Гідраўлічная буйнасць завіслых рэчываў гарадскіх сцёкавых вод, адпавядаючая эфектыўнасці асвятлення 80%, складае 0,05 мм/с.

Па асаблівасцях работы і арганізацыі руху патоку вадкасці раздзяляюць гарызантальныя, радыяльныя і вертыкальныя адстойнікі.

У *гарызантальных* адстойніках вада рухаецца ў гарызантальнай плоскасці (мал. 11.3,*а*). Яны прамавугольныя ў плане і маюць значную паверхню, таму неэканамічныя ў будаўніцтве, але могуць кампактна сумяшчацца з другімі збудаваннямі. Адносіны даўжыні да шырыні складаюць 3—6, глыбіня — да 4 м. Пры



Мал. 11.3. Схемы асноўных тыпаў адстойнікаў:
а) гарызантальны; *б)* радыяльны; *в, г)* вертыкальны; *1* — размеркавальнае прыстасаванне; *2* — прыстасаванне для адвядзення ўсплываючых прымесяў; *3* — зборнае прыстасаванне; *4* — танкаслойны блок; *5* — скрабковы механізм; *6* — прыямак для асадку; *7* — калодзеж для асадку; *8* — ілаcкроб; *9* — труба для адводу асадку; *10* — шчыт.

эксплуатацыі адстойнікаў гэтага тыпу ўзнікаюць праблемы з выпадзеннем асадку (адстойнік трэба апаражняць). Таму іх прымяняюць для ачысткі сцёкавых вод з малым утрыманнем завіслых рэчываў. Пры выкарыстанні каагулянтаў перад адстойнікам размяшчаюць камеру змешвання, а непасрэдна ў адстойніку ўстанаўліваюць камеру хлоп'еўтварэння. Максімальная прадукцыйнасць гарызантальных адстойнікаў можа дасягаць 15 000 м^3 /сут і больш.

Вертыкальныя адстойнікі (мал. 11.3,*в,г*) выкарыстоўваюць для ачысткі пры невялікіх расходах вады,

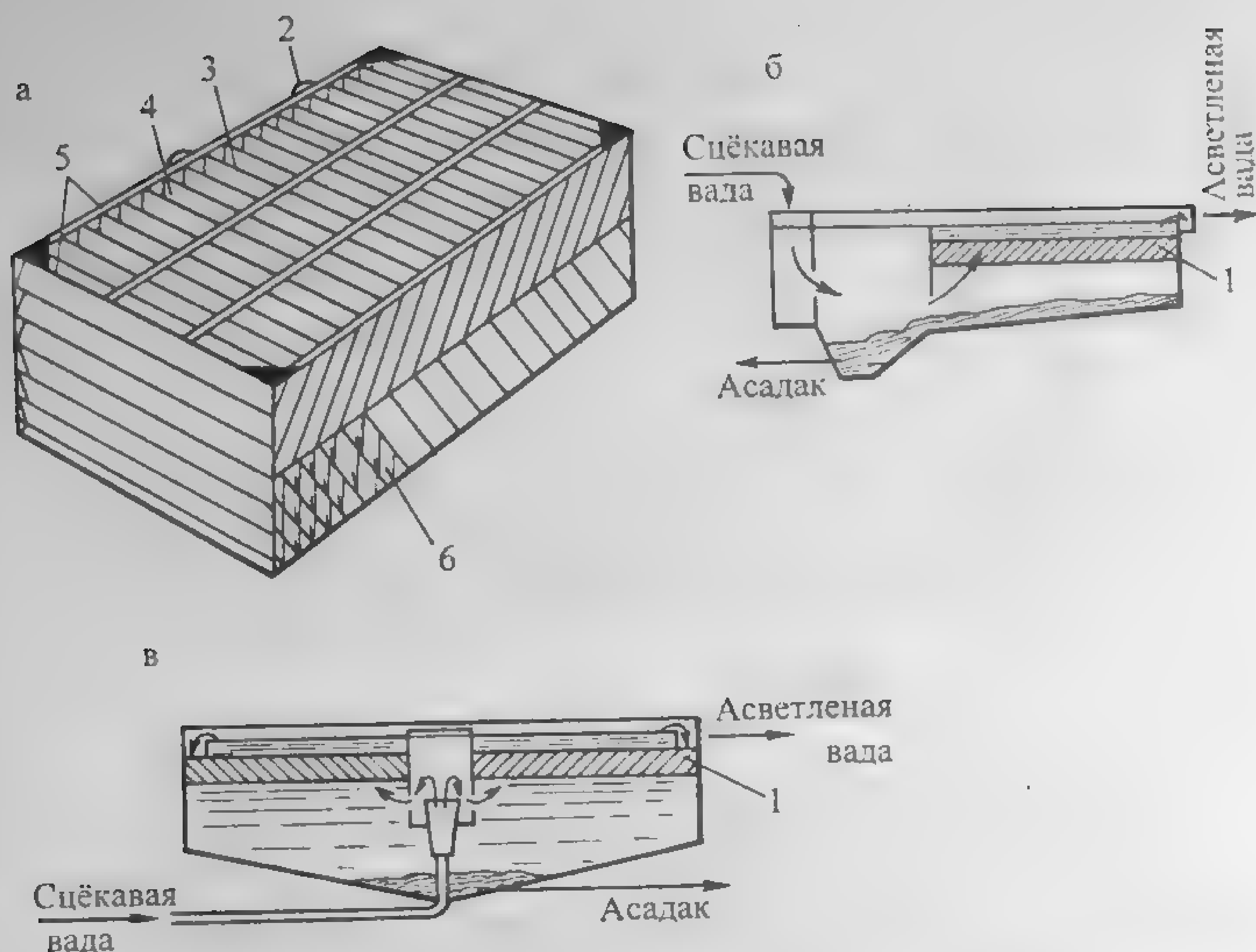
нязначнай колькасці асадку і яго высокай шчыльнасці. Пажадана інтэнсіфікацыя працэсу адстойвання рэагентнай апрацоўкай. У плане гэта прамавугольны ці круглы рэзервуар глыбінёй да 5 м. Вада ў вертыкальных адстойніках рухаецца знізу ўверх, а завіслыя часцінкі — уніз. Ачышчаемая вада падаецца ў цэнтральную частку апарата, асадак у асноўным перыядычна адводзіцца знізу. Эфектыўнасць ачысткі ў вертыкальных адстойніках крыху ніжэй за гарызантальныя.

Радыяльныя адстойнікі (мал. 11.3,*б*) з'яўляюцца самымі прадукцыйнымі і вялікімі. Дыяметр іх можа дасягаць 60 м, глыбіня больш 5 м. Прапускная здольнасць складае звыш 20 000 $м^3$/сут. Вада на ачыстку падаецца часцей за ўсё ў цэнтральную частку апарата і рухаецца па радыусу да пераліўных прыстасаванняў. Асадак збіраецца на конусным днішчы апарата і спецыяльным скрабковым механізмам перамяшчаецца ў прыямак, адкуль, як і ў вертыкальных адстойніках, пад дзеяннем гідрастатычнага ціску ці помпамі перыядычна выдаляецца. Камеры хлоп'еўтварэння ў вертыкальных і радыяльных адстойніках размяшчаюцца ў цэнтральнай частцы апарата.

Усе разгледжаныя тыпы адстойнікаў могуць быць абсталяваны прыстасаваннямі для ўлоўлівання плаваючых (усплываючых) забруджванняў. Спецыялізаваныя ўстаноўкі па ўлоўліванню ўсплываючых забруджванняў падобны да гарызантальных адстойнікаў, абсталяваных прыстасаваннем для перамяшчэння і выдалення ўсплываючых уключэнняў.

Найбольш лёгка асаджаемыя мінеральныя часцінкі (пясок, жвір) памерам 200 мкм і вышэй выдаляюцца на пескалоўках. Звычайна пескалоўкі ўстанаўліваюць перад асноўнымі ачышчальнымі збудаваннямі для прадухілення забівання каналаў і труб, абразіўнага зносу трубаправодаў, помп і арматуры. Асноўныя тыпы пескаловак падобны да гарызантальных і вертыкальных адстойнікаў.

Удасканаленне канструкцыі адстойнікаў і рэжыму іх работы ідзе ў напрамку павышэння прапускной здольнасці ў разліку на адзінку аб'ёму, зніжэння расходаў рэагентаў пры захаванні эфектыўнасці ачысткі. Пры павышэнні прапускной здольнасці зніжаецца верагоднасць

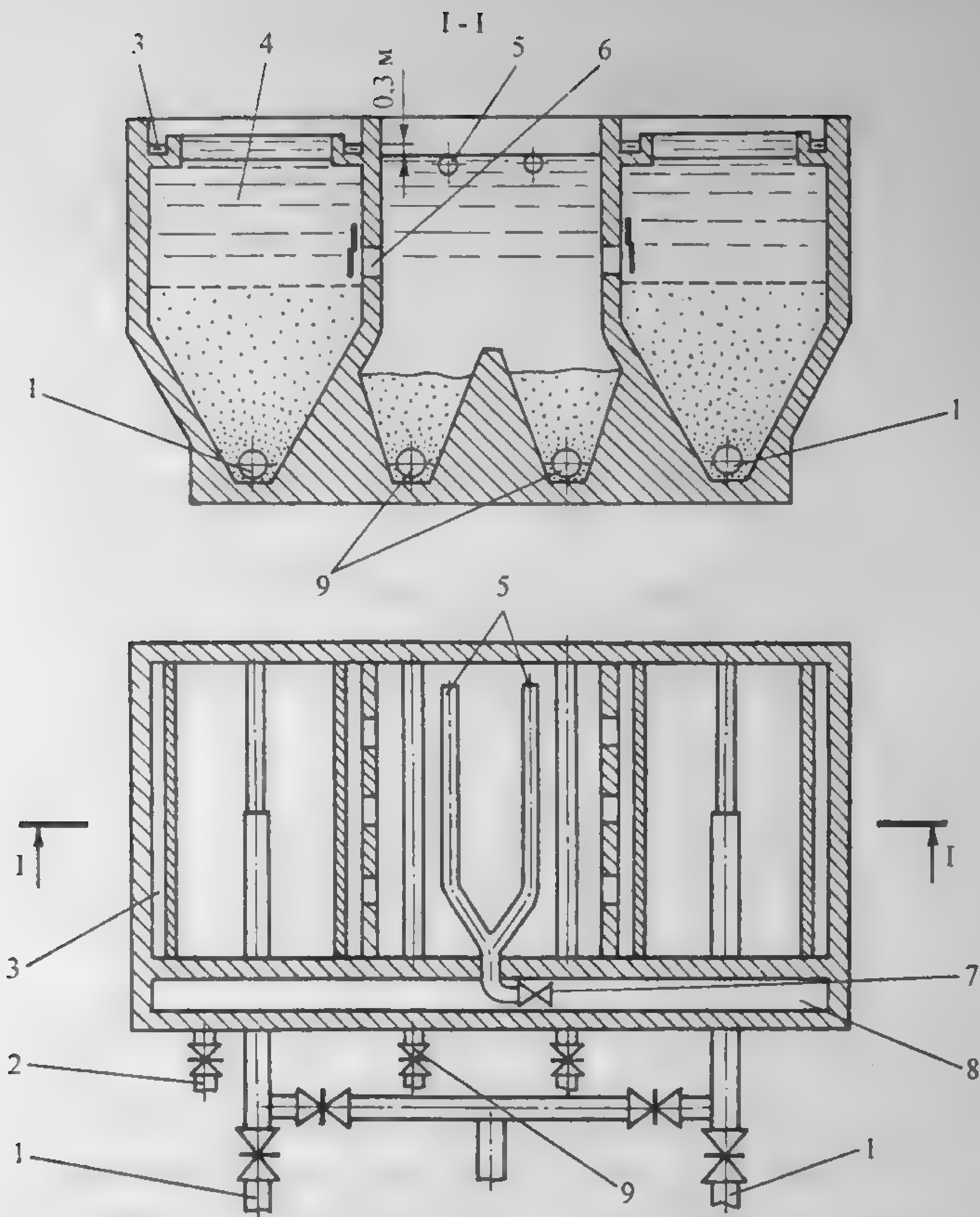


Мал. 11.4. Адстойванне ў тонкім слоі:
а) танкаслойны блок; *б)* танкаслойны блок у гарызантальным адстойніку; *в)* танкаслойны блок у радыяльным адстойніку; *1* — танкаслойны блок; *2* — скобы для мацавання модуля; *3* — ліставы матэрыял; *4* — каналы з ухілам; *5* — каркас; *6* — драўляныя планкі.

загнівання асадку, памяншаюцца габарыты апарата. Гэта, як і зніжэнне расходаў рэагентаў, дазваляе памяншаць капітальныя і эксплуатацыйныя затраты.

Асноўным напрамкам павышэння прапускной здольнасці адстойнікаў усіх тыпаў з'яўляецца арганізацыя адстойвання ў тонкім слоі. Пры гэтым частка ці ўся зона адстойвання падзяляецца на вялікую колькасць элементарных адстойнікаў з адпаведным памяншэннем глыбіні адстойвання. Напрыклад, пры змяншэнні глыбіні адстойвання з 3 м да 0,21 м пры адной і той жа гідраўлічнай буйнасці (напрыклад, 0,1 мм/с) час адстойвання часцінак скароціцца з 500 хвілін да 40. Танкаслойныя блокі можна размясціць у дзеючых збудаваннях (мал. 11.4). Блокі маюць полачную ці трубчастую канструкцыю і забяспечваюць няспынны адвод асадку ў зборнік.

Зніжэнне расходаў рэагентаў забяспечваецца прымяненнем аптымальных рэжымаў іх выкарыстання (перамешванне, pH, тэмпература, час апрацоўкі) і арганізацы-



Мал. 11.5. Адстойнік з завіслым слоем:
1 — размеркавальныя трубы; *2* — адвод ачышчанай вады; *3* — водаразборныя жалабы; *4* — ахоўныя казыркі; *5* — трубы для збору ачышчанай вады ў асадкаўшчыльняльніку; *6* — асадкапрыёмныя вокны; *7* — рэгулюючая заслонка; *8* — зборная кішэнь; *9* — труба для выдалення асадку.

яй кантакту асадку са сцёкавай вадой, апрацаванай каагулянтамі. У гэтым выпадку асадак выконвае ролю цэнтраў каагуляцыі. Асадак можа падавацца, напрыклад, у камеру хлоп'еўтварэння.

Кантакт паступаючай сцёкавай вады з асадкам забяспечвае высокую эфектыўнасць ачысткі ў адстойніках (асвятляльніках) з завіслым слоем асадку (мал. 11.5). У за-

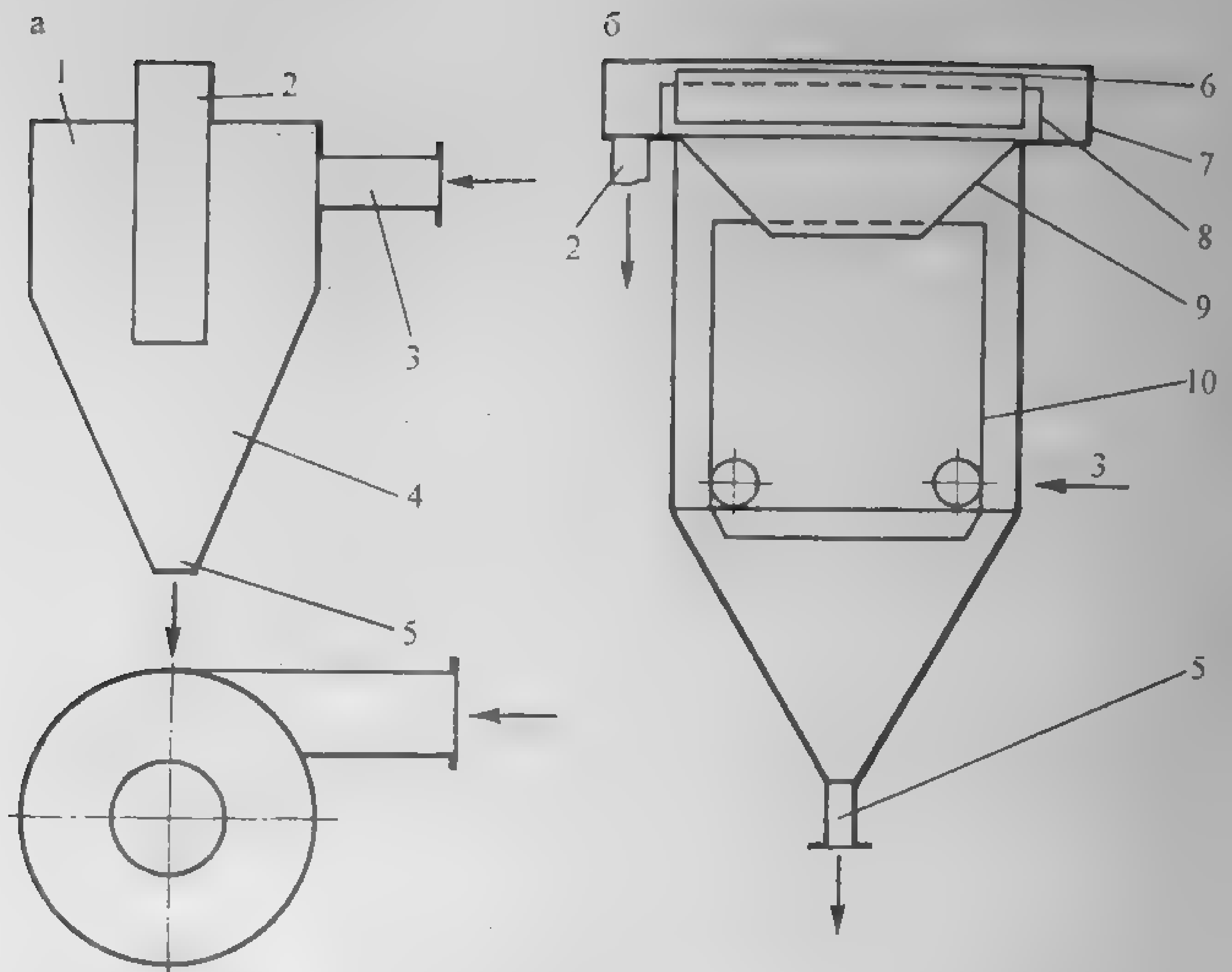
віслым слоі забяспечваецца дадатковая флакуляцыя ў выніку высокай канцэнтрацыі завіслых часцінак у слоі. У асвятляльніках асадак захоўваецца ў форме аднароднага ўзвешанага слою, які падтрымліваецца ў завіслым стане патокам сцёкавай вады, якая рухаецца знізу ўверх. Па меры накаплення асадку і для падтрымання стабільнага ўзроўню асадку ён перыядычна ці бесперапынна перамяшчаецца ў зону ўшчыльнення, адкуль выдаляецца на апрацоўку. Асветленая вада адводзіцца з верхняй часткі апарата. У параўнанні з тыпавымі адстойнікамі асвятляльнікі з завіслым слоем дазваляюць павялічыць канцэнтрацыю асадку, гэта значыць зменшыць яго аб'ём.

Значна паскорыць выдаленне са сцёкавых вод завіслых рэчываў дазваляе асаджэнне пад дзеяннем цэнтрабежных сіл. Гэты працэс можа ажыццяўляцца ў гідрацыклонах, сепаратарах і цэнтрыфугах.

Гідрацыклоны вельмі падобны на цыклоны і працуюць па тым жа прынцыпе. Існуюць адкрытыя (нізканапорныя) і закрытыя (высоканапорныя) гідрацыклоны (мал. 11.6). Першыя прымяняюць для выдзялення ўсплываючых і асядаючых часцінак з гідраўлічнай буйнасцю больш 0,2 мм/с. Прапускная здольнасць гэтых установак можа дасягаць 1000 $м^3$/ сут. Высоканапорныя гідрацыклоны забяспечваюць выдаленне часцінак суспензіі з меншымі памерамі ў параўнанні з нізканапорнымі. Гідрацыклоны з поспехам замяняюць пескалоўкі, могуць выкарыстоўвацца ў якасці згушчальнікаў, даюць магчымасць раздзяліць суспензію на некалькі фракцый. Яны характарызуюцца высокай удзельнай прадукцыйнасцю па суспензіі, нізкімі капітальнымі і эксплуатацыйнымі затратамі, магчымасцю стварэння кампактных, поўнасцю аўтаматызаваных установак.

Цэнтрыфугі і *сепаратары* вадкасці выкарыстоўваюцца тады, калі часцінкі суспензіі ўяўляюць сабой каштоўны прадукт ці калі для паскарэння працэсу раздзялення немагчыма прымяненне каагулянтаў і флакулянтаў. Значна шырэй гэтыя апараты выкарыстоўваюцца ў працэсах абязводжвання асадкаў перад іх перапрацоўкай ці утылізацыяй.

Флатацыя заснавана на здольнасці часцінак дысперснай фазы злучацца з пузыркамі газу (паветра) з утва-



Мал. 11.6. Гідрацыклоны:
а) закрыты; *б)* адкрыты; *1* — цыліндрычная частка; *2* — адвод вады; *3* — падача сцёкавай вады; *4* — канічная частка; *5* — выдаленне шлама; *6* — паўпагружаная кальцавая сценка; *7* — латак; *8* — кальцавы вадазліў; *9* — канічная дыяфрагма; *10* — цыліндрычная перагародка.

рэннем комплексу часцінкі—газ, шчыльнасць якога менш, чым у вадкасці. У выніку часцінкі ўсплываюць, падымаюцца на паверхню і ўтвараюць канцэнтраваны слой, які перыядычна ці безупынна выдаляецца. Замацаванне пузырка на паверхні часцінкі магчыма тады, калі гэта паверхня мае радство да газавага пузырка. Флатацыю можна разглядаць як каагуляцыю. Часта ў працэсе флатацыі неабходна выкарыстанне паверхневаактыўных рэчываў і каагулянтаў. Эфект раздзялення флатацыяй залежыць ад колькасці і памеру пузыркоў газу. Удзельны расход газу зніжаецца з павышэннем канцэнтрацыі прымесяў, так як павялічваецца верагоднасць сутыкнення і ўтварэння комплексаў часцінка—газ.

Флатацыйныя ўстаноўкі адрозніваюцца ў асноўным па спосабу насычэння вадкасці газам. Найбольш распаўсюджанымі з'яўляюцца ўстаноўкі напорнай, імпелернай, пнеўматычнай, безнапорнай флатацыі, электрафлатацыі. Існуе магчымасць забяспечыць газанасы-

чэнне вадкасці дзякуючы хімічным і біялагічным працэсам.

Напорная флатацыя выкарыстоўвае прымусовае газанасычэнне галоўным чынам з выкарыстаннем сатуратара. Газ пад ціскам падаецца ў вадкасць перад сатуратарам ці непасрэдна ў яго (мал. 11.7). Сатуратар забяспечвае растварэнне газу ў вадкасці. Перад падачай у флататар сумесь газ—вадкасць праходзіць рэдукцыйны клапан (для паніжэння ціску). Насычэнню газам, часцей усяго паветрам, падвяргаецца частка сцёкавых вод ці ачышчаных сцёкаў. Астатняя частка забруджваючых вод падаецца непасрэдна ў флататар у зону газавыдзялення. Існуе вялікая колькасць розных схем і апаратаў для напорнай флатацыі, якія адрозніваюцца спосабам газанасычэння сістэмамі выдалення флаташламу і многімі іншымі асаблівасцямі.

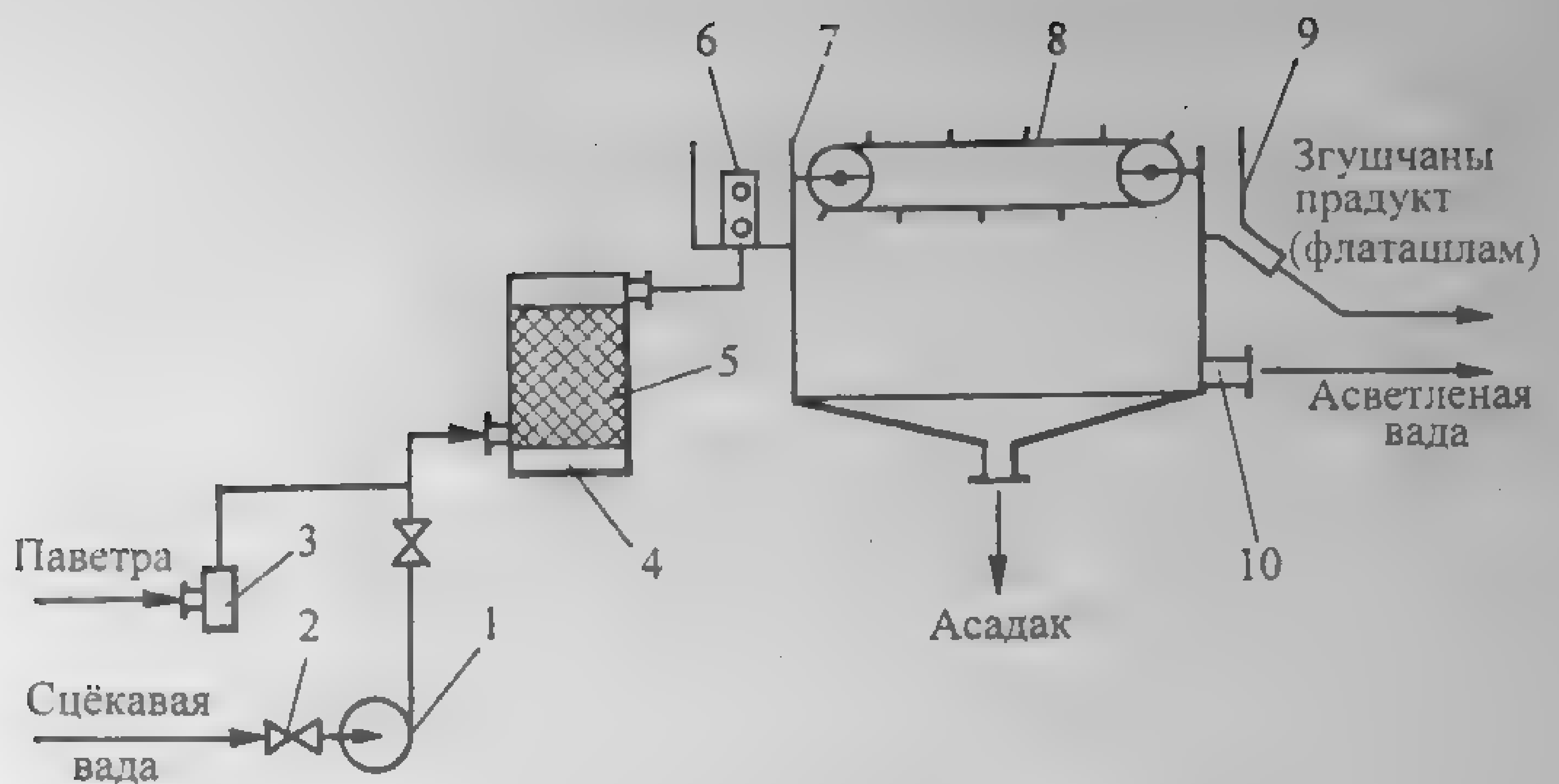
Імпелерная флатацыя заснавана на механічным дыспергіраванні газу, які паступае ў вадкасць у выніку ўтварэння зоны паніжанага ціску каля ротара (імпелера). Памер пузыркоў газу вызначаецца частатой кручэння імпелера і канфігурацыяй яго рабочай зоны. Імпелерная флатацыя дае добрыя вынікі, калі вадкасць характарызуецца высокай ступенню насычанасці газам.

Пнеўматычная флатацыя выкарыстоўваецца пры апрацоўцы агрэсіўных вадкасцей і заключаецца ў падачы газу ў аб'ём раздзяляемай сістэмы праз соплы, порыстыя пласціны, калпачкі і г.д. Безнапорная флатацыя прадугледжвае падачу газу ва ўсмоктваючы трубаправод помпы, якая транспарціруе вадкасць да флататара.

Высокай эфектыўнасцю вызначаецца электрафлатацыя. Атрыманне пузыркоў газу ў аб'ёме вадкасці забяспечваецца працяканнем электродных працэсаў, вынікам якіх з'яўляецца выдзяленне вадароду ці другіх газаў. Асаблівасцю электрафлатацыі з'яўляецца ўтварэнне вельмі малых пузыркоў — менш за 200 мкм, што абумоўлівае высокую эфектыўнасць раздзялення. Акрамя чыстай электрафлатацыі ў аб'ёме вадкасці могуць ісці другія працэсы (акісленне, аднаўленне, каагуляцыя і г.д.), якія станоўча адбіваюцца на агульнай эфектыўнасці ачысткі.

Флатацыя акрамя непасрэдна ачысткі сцёкавых вод

17. Зак. 5043.



Мал. 11.7. Схема напорнай флатацыі:
1 — помпа; *2* — запорная арматура; *3* — эжэктар; *4* — сатуратар; *5* — насадка; *6* — рэдукцыйны клапан; *7* — флатакамера; *8* — выдаленне пены; *9, 10* — адвод шламу і асветленай вады.

дастаткова шырока выкарыстоўваецца ў працэсах абагачэння руд, апрацоўкі асадкаў і г.д. Вельмі падобна на флатацыю па спосабу правядзення працэсу пенная сепарацыя. Яна заснавана на селектыўнай адсорбцыі на паверхні пузыркоў паветра раствораных у вадзе рэчываў. Часцей за ўсё яна забяспечвае выдаленне з раствору паверхнева-актыўных рэчываў, якія ў значных колькасцях утрымліваюцца ў сцёках прадпрыемстваў лёгкай прамысловасці, пральняў і г.д.

Фільтраванне шырока выкарыстоўваецца ў практыцы як ачысткі сцёкавых вод, так і водападрыхтоўкі. Яно забяспечвае выдаленне са сцёкавых вод буйных уключэнняў на першых стадыях ачысткі і іх даачыстку ад мікрапрымесяў на апошніх. У якасці фільтравальных перагародак выкарыстоўваюцца перфарыраваныя лісты, металічныя сеткі, тканіна, порыстая кераміка і г.д. Такія фільтравальныя перагародкі ўлоўленыя прымесі канцэнтруюць галоўным чынам на сваёй паверхні. Памер затрымліваемых часцінак вызначаецца памерам пор (адтулін) фільтра.

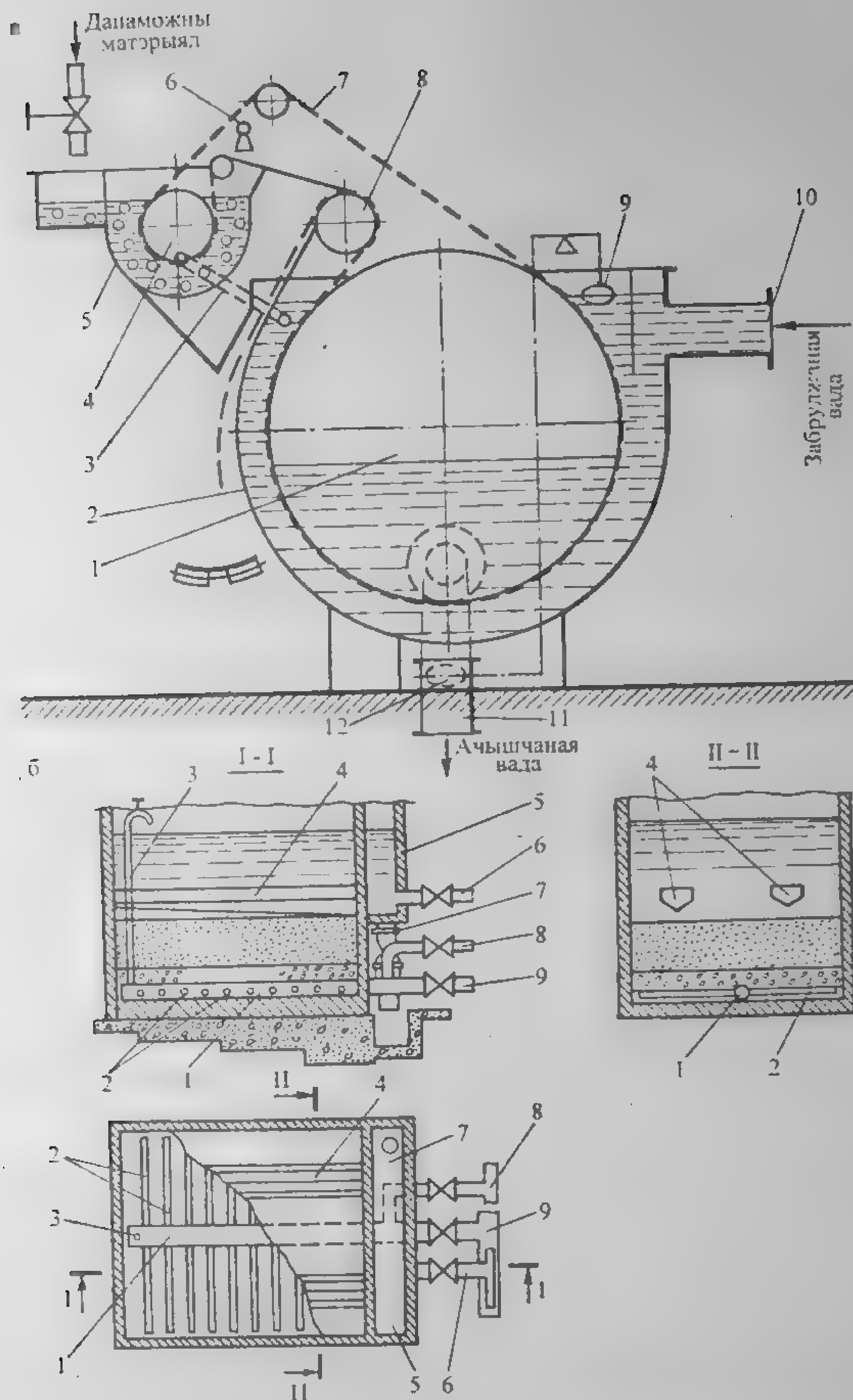
Прымяненне металічных перфарыраваных лістоў і сетак забяспечвае выдаленне са сцёкаў грубадысперсных часцінак з памерамі 100 мкм і вышэй. Форма фільтравальнай перагародкі можа быць рознай: плоская пласціна, барабан. У залежнасці ад гэтага выкарыс-

тоўваюцца розныя прыстасаванні для ачысткі перагародак.

Выкарыстанне розных тыпаў тканіны і валакністых матэрыялаў у якасці фільтравальных перагародак дазваляе ўлавіць мікрапрымесі з памерамі 5—10 мкм і вышэй. Пры гэтым у залежнасці ад прыроды і колькасці завіслых рэчываў, памера пораў фільтра, іх аднароднасці па памерах фільтраванне можа ісці з утварэннем асадку на паверхні фільтра ці з паступовым закупорваннем пор. У тым і другім выпадку эфектыўнасць ачысткі вызначаецца не толькі ўласцівасцямі перагародкі, але і самога асадку.

Чым меншы памер часцінак, улоўліваемых на фільтры, тым менш удзельная прадукцыйнасць фільтра, аднесеная да 1 $м^2$ яго паверхні. Павелічэння прадукцыйнасці дасягаюць прымяненнем вакууму, ціску, выкарыстаннем дапаможных матэрыялаў. Апошнія падбіраюцца такім чынам, каб прадухіліць забіванне пораў фільтра шляхам фарміравання на яго паверхні дадатковага слоя, які выконвае функцыі фільтра. Дапаможны матэрыял разам з улоўленымі часцінкамі адводзіцца на ўтылізацыю, а на фільтр наносіцца новы. У якасці дапаможных матэрыялаў выкарыстоўваюцца цэлюлоза, вугаль, апілкі, попел, пясок і іншыя грубадысперсныя матэрыялы, пажадана адходы.

Распрацавана мноства канструкцый фільтраў, якія выкарыстоўваюць у якасці фільтравальнай перагародкі тканіну і ёй падобныя матэрыялы. Гэта барабанныя і стужачныя вакуум-фільтры і фільтр-прэсы, дыскавыя фільтры. Само найменне фільтраў гаворыць аб рухаючай сіле працэсу фільтравання. У вакуум-фільтрах гэта вакуум, а ў фільтр-прэсах — і вакуум і ціск. Усе названыя ўстаноўкі безупыннага дзеяння. Рэгенерацыя фільтравальнай тканіны ў іх забяспечваецца шляхам яе прамыўкі, прадуўкі пасля зняцця слоя асадка. На мал. 11.8,*а* прадстаўлена схема барабаннага фільтра з дапаможным фільтравальным слоем. Найбольш шырока разглядаемыя фільтры выкарыстоўваюцца ў працэсах абязвожвання асадкаў пасля адстойнікаў. Для інтэнсіфікацыі абязвожвання часта выкарыстоўваюцца каагулянты і флакулянты, якія павялічваюць памеры завіслых часцінак і могуць павысіць скорасць выдалення вады ў сотні разоў.



Мал. 11.8. Фільтры для ачысткі сцёкавых вод:
а) барабанны фільтр: *1* — фільтравальны барабан; *2* — ванна; *3* — пераліўная труба; *4* — фільтравальны барабан для нанясення дапаможнага матэрыялу; *5* — ванна для суспензіі дапаможнага матэрыялу; *6* — прамыўка сеткі; *7* — сетка; *8* — вал для знімання асадку; *9* — рэгулятар узроўню; *10* — падача забруджанай вады; *11* — адвод ачышчанай (асветленай) вады; *12* — клапан; *б)* засыпны фільтр: *1* — калектар дрэнажу; *2* — адгалінаванні дрэнажу; *3* — труба злучэння з атмасферай; *4* — жолаб для адводу прамыўной вады; *5* — кішэня фільтра; *6* — падача вады на асвятленне; *7* — адвод прамыўной вады; *8* — адвод фільтрата; *9* — падача прамыўной вады.

Функцыю фільтравальнай перагародкі можа выконваць не толькі дастаткова тонкі матэрыял, але і слой спецыяльнай загрузкі таўшчынёй у некалькі метраў (мал. 11.8,*б*). Такія фільтры забяспечваюць затрыманне часцінак галоўным чынам у аб'ёме загрузкі. Для работы такіх фільтраў не патрабуецца вялікага ціску. Нармальнае цячэнне працэсу фільтравання забяспечваецца дакладным падборам памера зерняў загрузкі і таўшчыні слоя. Загрузка можа быць аднаслойнай з аднароднага матэрыялу ці мнагаслойнай — з двух і болей слаёў з матэрыялаў рознай буйнасці. Рэгенерацыя такіх фільтраў праводзіцца шляхам прамыўкі ачышчанай вадой, падаваемай у адваротным фільтраванню напрамку. У пачатку рэгенерацыі можа выкарыстоўвацца паветра. Пры гэтым адлегласці паміж зернямі загрузкі павялічваюцца (рэжым ажыжэння) і ўлоўленыя часцінкі выносяцца з загрузкі.

Эксплуатуюцца павольныя і хуткія фільтры, якія адрозніваюцца скорасцю руху вады ў фільтры: да 0,3 м/ч у павольных і да 50 м/ч у хуткіх. У павольных фільтрах на эфектыўнасць ачысткі некаторы ўплыў могуць аказваць і біялагічныя працэсы акіслення арганічных злучэнняў. Гэтыя фільтры ў пэўнай ступені паўтараюць працэс ачысткі вады ў прыродных умовах на шляху яе міграцыі з паверхні ў падземныя гарызонты. У якасці матэрыялу для загрузкі выкарыстоўваюцца кварцавы пясок, керамзіт, мармуровая крошка, антрацыт. Калі выкарыстоўваць матэрыялы, якія не патрабуюць рэгенерацыі, а накіроўваюць на ўтылізацыю (торф, буры вугаль і г.д.), то канструкцыя фільтра прадугледжвае пастаяннае аднаўленне загрузкі.

У апошні час распрацаваны шэраг канструкцый фільтраў з плаваючай загрузкай, якія затрымліваюць прымесі ў мона- ці полідысперсным слоі фільтруючай загрузкі, валодаючай плавучасцю. Плаваючая загрузка здольна самавольна фракцыяніравацца па вышыні фільтра ў момант запаўнення яго вадой, што забяспечвае фарміраванне мнагаслойнага фільтра з памерам гранул ад 0,25 мм у ніжнім слоі да 10—15 мм у верхнім. Такая загрузка здольна хутка і лёгка прамывацца любой вадой, нават забруджанай, і поўнасцю аднаўляць фільтруючую здольнасць. У якасці плаваючай фільтру-

ючай загрузкі выкарыстоўваецца ўспенены полістырол. У працэсе фільтравання могуць выкарыстоўвацца рэагенты.

Разгледжаныя спосабы выдалення са сцёкавых вод завіслых і калоідных часцінак дазваляюць задаволіць практычна любыя патрабаванні па эфектыўнасці ачысткі, прадукцыйнасці працэсу. Але акрамя гэтага важна забяспечыць улоўліванне разглядаемых прымесяў у такім выглядзе (форме), каб рэальнай была магчымасць іх выкарыстання ці параўнальна простай утылізацыі. Гэты параметр любой сістэмы ачысткі набывае ўсё большую вагу, таму што пры адсутнасці рэальных шляхоў перапрацоўкі ці абясшкоджвання асадкаў, шламаў нельга гаварыць аб належнай экалагічнай эфектыўнасці адпаведных тэхнічных мерапрыемстваў.

11.5. АЧЫСТКА СЦЁКАВЫХ ВОД АД РАСТВОРАНЫХ ЗЛУЧЭННЯЎ

Ачыстка ад раствораных прымесяў прадстаўляе сабой больш складаную праблему ў параўнанні з выдаленнем завіслых і калоідных рэчываў. Гэта тлумачыцца аднароднасцю, гамагеннасцю раствораў. Як і ў выпадку ачысткі газапаветраных выкідаў ад таксічных газаў і пары, выдаленне са сцёкавых вод раствораных забруджваючых рэчываў грунтуецца на рознасці іх хімічных, фізічных і фізіка-хімічных уласцівасцяў з уласцівасцямі растваральніка (вады). Пры выкладанні матэрыялаў мы не будзем прытрымлівацца паслядоўнасці ў адпаведнасці з мал. 11.2, а разгледзім магчымасці асноўных метадаў ачысткі ў прымяненні да забруджваючых рэчываў рознай прыроды. Пачнём з хімічных метадаў ачысткі.

11.5.1. Хімічная ачыстка, абясшкоджванне і абеззаражванне сцёкаў

У аснове хімічных метадаў ачысткі ляжыць узаемадзеянне забруджваючых рэчываў з рэагентамі, спецыяльна дабаўляемымі ў ваду ці ўтвараючыміся ў аб'ёме вады ў выніку хімічных і іншых працэсаў. Асноўнымі рэакцыямі, якія маюць месца пры гэтым, з'яўляюцца рэакцыі нейтралізацыі, акіслення, дэструкцыі і ў меншай ступені аднаўлення.

Нейтралізацыя неабходна, калі сцёкавыя воды перад скідам у вадаём маюць паказчык pH, які адрозніваецца ад 6,5—8,5. Большую пагрозу прадстаўляюць кіслыя сцёкі, якія сустракаюцца значна часцей, чым шчолачныя, і часта ў іх могуць утрымлівацца солі цяжкіх металаў. Калі ачышчаныя сцёкавыя воды падаюцца ў сістэму зваротнага водазабеспячэння, то патрабаванні да актыўнай рэакцыі асяроддзя залежаць ад спецыфікі тэхналагічных працэсаў. Асноўнымі спосабамі нейтралізацыі, выкарыстоўваемымі на практыцы, з'яўляюцца: узаемная нейтралізацыя кіслых і шчолачных сцёкавых вод; нейтралізацыя рэагентамі; фільтраванне праз нейтралізуючыя матэрыялы; нейтралізацыя кіслымі газамі. Узаемная нейтралізацыя, калі яна магчыма ва ўмовах канкрэтнага аб'екта, — найбольш прымальны варыянт. Для яе арганізацыі неабходна на аснове балансу ўзгодніць расходы кіслых і шчолачных сцёкавых вод, якія забяспечваюць атрыманне патрабуемага значэння паказчыка pH, і арганізаваць іх змешванне ў неабходных суадносінах.

Нейтралізацыя рэагентамі выкарыстоўваецца, калі немагчыма ажыццявіць узаемную нейтралізацыю. Выбар рэагентаў вызначаецца саставам сцёкавых вод, канцэнтрацыяй кіслот (шчолачаў), растваральнасцю солей, утвараемых пры нейтралізацыі. Для нейтралізацыі мінеральных кіслот выкарыстоўваюцца любыя шчолачныя рэагенты, але часцей за ўсё вапна, карбанаты кальцыю ці магнію ў выглядзе суспензіі. Дозы рэагентаў вызначаюцца зыходзячы з умовы неабходнай ступені нейтралізацыі з улікам непаўнаты працякання рэакцыі, выдзялення ў асадак солей цяжкіх металаў. Пры выкарыстанні гэтых рэагентаў утвараюцца цяжкарастваральныя солі, што вызывае неабходнасць прымянення адстойнікаў, сістэмы выдалення шламу, яго абязвожвання.

Нейтралізацыя фільтрацыяй прымяняецца для апрацоўкі кіслых сцёкавых вод з невялікай канцэнтрацыяй кіслот. У якасці загрузкі фільтра выкарыстоўваюцца такія матэрыялы, як даламіт, вапняк, мел, мармур. У сцёкавых водах, апрацоўваемых такім чынам, не павінны ўтрымлівацца злучэнні металаў, здольныя ўтвараць нерастваральныя рэчывы з матэрыялам загрузкі.

Нейтралізацыя газамі выкарыстоўваецца для апрацоўкі шчолачных сцёкавых вод. У якасці газаў могуць прымяняцца адыходзячыя газы, утрымліваючыя дыяксід вугляроду, дыяксід серы, аксіды азоту.

Аднаўленне ў практыцы ачысткі сцёкавых вод находзіць абмежаванае прымяненне, але шэраг важных спосабаў ачысткі грунтуецца на гэтай рэакцыі. Злучэнні ртуці, мыш'яку шляхам аднаўлення пераводзяцца ў форму нерастваральных рэчываў. Злучэнні хрому, якія прысутнічаюць у сцёкавых водах, пераводзяцца ў асадак пасля аднаўлення хрому са ступені акіслення ад плюс шэсць да плюс трох. Расходы рэагентаў вызначаюцца па адпаведных хімічных рэакцыях. У якасці адноўнікаў выкарыстоўваюцца злучэнні двухвалентнага жалеза, сульфіт і бісульфіт натрыю і інш.

Асаджэнне ў форме нерастваральных рэчываў з'яўляецца асноўным спосабам выдалення са сцёкавых вод іонаў цяжкіх металаў. Яны пераводзяцца шляхам адпаведнай рэагентнай апрацоўкі ў нерастваральныя гідраксіды, карбанаты, сульфіды. Выдаленыя элементы ў выглядзе шламу пасля адстойвання і ўшчыльнення накіроўваюцца на абясшкоджванне.

Акісленне дастаткова шырока выкарыстоўваецца ў практыцы ачысткі сцёкавых вод. Яно прымяняецца для абясшкоджвання сцёкавых вод, утрымліваючых таксічныя прымесі (цыяніды, комплексныя цыяніды), а таксама злучэнні, якія немэтазгодна выдзяляць са сцёкаў (серавадарод, сульфіды і г.д.). Акісляльнікі з'яўляюцца асноўнымі рэагентамі, якія могуць забяспечыць абясшкоджванне і абеззаражванне сцёкавых вод. Таму акісленне як працэс, забяспечваючы ачыстку сцёкавых вод, звычайна разглядаюць у складзе пытанняў па абясшкоджванню і абеззаражванню сцёкавых вод.

У практыцы абясшкоджвання прамысловых сцёкавых вод у якасці акісляльнікаў выкарыстоўваюць хлор і яго злучэнні (гіпахларыты, дыяксід хлору), азон, тэхнічны кісларод і кісларод паветра, перманганат і біхрамат калію, пеакіс вадароду.

Абясшкоджванне хлорам і яго злучэннямі — адзін з самых распаўсюджаных спосабаў ачысткі ад цыянідаў, арганічных і неарганічных злучэнняў серы — серава-

дароду, меркаптанаў і г.д. У залежнасці ад агрэгатнага стану хлорутрымліваючых рэагентаў працэс апрацоўкі сцёкавых вод могуць праводзіць у абсорберах (газ) ці ў рэзервуарах з мяшалкамі (раствор рэагента). Пры правядзенні працэсу кантралююць параметры, забяспечваючыя цячэнне рэакцыі ў патрэбным накірунку (pH, тэмпература, час). Цыяніды з дапамогай хлору ператвараюцца ў іоны амонію (NH_4^+) і карбонію (CO_3^{2-}).

Акісленне кіслародам паветра шырока выкарыстоўваецца для выдалення сульфідаў са сцёкавых вод прадпрыемстваў цэлюлознай, нафтаперапрацоўчай і нафтахімічнай прамысловасці. Сульфіды пры павышаным ціску і тэмпературы пад уздзеяннем кіслароду ператвараюцца ў сульфаты.

З дапамогай кіслароду магчыма ачыстка вады ад жалеза, якое прысутнічае ў вадзе ў выглядзе іона са ступенню акіслення плюс два. Даакісленне да ступені акіслення плюс тры забяспечвае яго звязванне ў форме маларастваральнага гідраксіду $Fe(OH)_3$, які выпадае ў асадак.

Азон — адзін з самых моцных акіслялънікаў, разбураючых у водных растворах пры нармальмай тэмпературы многія арганічныя злучэнні. У параўнанні з хлорам мае шэраг пераваг. Яго непасрэдна можна атрымліваць на месцы прымянення ў спецыяльных агрэгатах—азанатарах. Хлор атрымліваюць на спецыялізаваных прадпрыемствах і ў балонах пастаўляюць для выкарыстання. Прымяненне азону не вядзе да росту солеўтрымання. Недахопам азону з'яўляецца высокая таксічнасць ($ГДК_{с.с.}$ — 0,03 мг/м^3) і каразійная актыўнасць. Найбольш эфектыўна азанаванне можа выкарыстоўвацца пры апрацоўцы сцёкавых вод, утрымліваючых фенолы, цыклічныя вуглевадароды, цыяніды, розныя віды паверхнева актыўных злучэнняў, нафту і г.д. Для забеспячэння бяспекі вентыляцыйныя выкіды ўстановак азанавання і пры неабходнасці ачышчаныя воды падвяргаюць апрацоўцы (хімічнай, тэрмічнай) з мэтай дэструкцыі астаткавага азону. Эфектыўнасць азанавання паніжаецца пры зніжэнні тэмпературы ачышчаемай вады да 5°С і менш. Інтэнсіфікацыя і павышэнне эфектыўнасці абясшкоджвання сцёкавых вод азонам дасягаецца прымяненнем ультрагука, ультрафіялетавага апраменьвання, выкарыстаннем каталізатараў акіслення.

18. Зак. 5043.

Параўнальна новым метадам абясшкоджвання сцёкавых вод ад раствораных прымесяў з'яўляецца радыяцыйна-хімічны. Ён характарызуецца комплексным уздзеяннем на апрацоўваемую ваду — вызывае разбурэнне арганічных рэчываў, паскарае каагуляцыю, выдаляе колер і пах, зніжае ХПК і БПК, абеззаражвае. Такое ўсебаковае ўздзеянне забяспечваюць рэакцыйназдольныя прадукты радыёлізу вады. Пры высокіх канцэнтрацыях забруджвальнікаў уздзеянню падвяргаюцца непасрэдна раствораныя ў вадзе злучэнні. Крыніцамі выпраменьвання для радыяцыйна-хімічнай ачысткі служаць доўгажывучыя ізатопы (галоўным чынам кобальту і цэзію) і машынныя крыніцы, да якіх адносяцца паскаральнікі электронаў. Хаця апошнія характарызуюцца меншай пранікаючай здольнасцю, але больш зручныя ў эксплуатацыі, што абумоўлівае іх усё больш шырокае распаўсюджванне ў розных галінах прамысловасці.

Пры дзеянні выпраменьвання на разбаўленыя водныя растворы ў выніку радыёлізу вады ўтвараюцца актыўныя свабодныя радыкалы (ОН; Н; HO_2 і інш.) і іоны, якія ўзаемадзейнічаюць з растворанымі рэчывамі і разбураюць іх да бясшкодных прадуктаў. Прадукты радыёлізу вады характарызуюцца вельмі высокай рэакцыйнай здольнасцю, таму працэсы ўзаемадзеяння іх з прымесямі ідуць з вялікай скорасцю. Па сваіх акісляльных здольнасцях некаторыя прадукты радыёлізу пераўзыходзяць азон, хлор і другія акісляльнікі.

Характар пераўтварэнняў арганічных злучэнняў пад дзеяннем выпраменьвання вызначаецца іх складам і паглынутай дозай выпраменьвання. Напрыклад, гранічныя вуглевадароды акісляюцца да CO_2 і H_2O.

Павысіць эфектыўнасць ачысткі пры памяншэнні гранічнай паглынутай дозы выпраменьвання дазваляе выкарыстанне хімічных агентаў, павялічваючых акісляльную здольнасць; прымяненне канцэнтравання забруджвальнікаў, напрыклад, з дапамогай адсарбентаў: спалучэнне радыяцыйнага ўздзеяння з ультрафіялетавым.

Апараты для правядзення радыяцыйна-хімічнай ачысткі ці абеззаражвання забяспечваюць апрацоўку вадкасці звычайна ў тонкім слоі. Канструктыўна яны могуць

значна адрозніваецца ў залежнасці ад умоў правядзення працэсу і выкарыстоўваемай крыніцы выпраменьвання. Час апрацоўкі вызначаецца патрабуемай паглынутай дозай. Абавязковай умовай з'яўляецца выкананне патрабаванняў тэхнікі бяспекі.

Азанаванне, як і хлараванне, шырока выкарыстоўваецца пры водападрыхтоўцы і ачыстцы гаспадарча-бытавых сцёкавых вод з мэтай абеззаражвання, у сістэмах абаротнага водазабеспячэння для прадухілення росту водарасцяў і біяабрастанняў.

Абеззаражванне павінна забяспечыць знішчэнне ўтрымання патагенных мікраарганізмаў і бактэрый. Гэта адбываецца ў выніку дэструкцыі ферментаў, неабходных для іх жыццядзейнасці. Абеззаражванне з'яўляецца абавязковым пры выкарыстанні для пітнога водазабеспячэння паверхневых водных аб'ектаў. Акрамя эфекту абеззаражвання апрацоўка вады акісляльнікамі дазваляе знізіць утрыманне злучэнняў жалеза і марганцу, знішчае пах і прысмак. Абавязковай умовай правядзення працэсу з'яўляецца выкананне нарматываў па рэшткаваму ўтрыманню акісляльніка ў апрацаванай вадзе. Складанай і недастаткова вывучанай праблемай з'яўляецца магчымае другаснае забруджванне вады прадуктамі ўзаемадзеяння акісляльнікаў (хлору, азону) са злучэннямі прыроднага і антрапагеннага паходжання — гумінавымі і фульвакіслотамі, феноламі і г.д.

Пры выкарыстанні хлора для абеззаражвання паверхневых вод існуе верагоднасць утварэння вельмі ядавітых злучэнняў — дыяксінаў, пад якімі маюць на ўвазе поліхлараваныя дыбенза-n-дыяксіны. Так як хлараванне — фінішная аперацыя працэсу ачысткі ці водападрыхтоўкі, то гэтыя злучэнні могуць бесперашкодна паступаць да спажыўца. Таму пры вырашэнні пытання аб выкарыстанні хлору для абеззаражвання вады неабходна мець поўную інфармацыю аб саставе апрацоўваемай вады і магчымых пераўтварэннях утрымліваемых у ёй злучэнняў.

Больш тэхналагічным працэсам абеззаражвання вады з'яўляецца апрацоўка ультрафіялетавымі праменямі з выкарыстаннем ртутна-кварцавых ці аргонавых лямп. Высокі абеззаражваючы эфект дасягаецца пры радыяцыйна-хімічнай апрацоўцы. Гэты метад мэта-

згодна выкарыстоўваць для абеззаражвання параўнальна невялікіх аб'ёмаў сцёкавых вод. Трэба адзначыць, што радыяцыйна-хімічная апрацоўка з мэтай ачысткі ці абеззаражвання не вядзе да ўзнікнення наведзенай радыяцыі ў апрацаваных сцёках, так як энергія выкарыстоўваемага выпраменьвання значна ніжэй парога ядзерных пераўтварэнняў.

Трэба адзначыць, што выдаленне патагенных арганізмаў і бактэрый мае месца пры ачыстцы адстойваннем, фільтраваннем, калі сцёкі апрацоўваюцца перад раздзяленнем каагулянтамі і флакулянтамі. Гэта тлумачыцца тым, што памеры мікраарганізмаў і бактэрый адпавядаюць памерам калоідных часцінак. Таму якасная ачыстка ад калоідных часцінак дазваляе значна зніць расход рэагентаў на стадыі абеззаражвання.

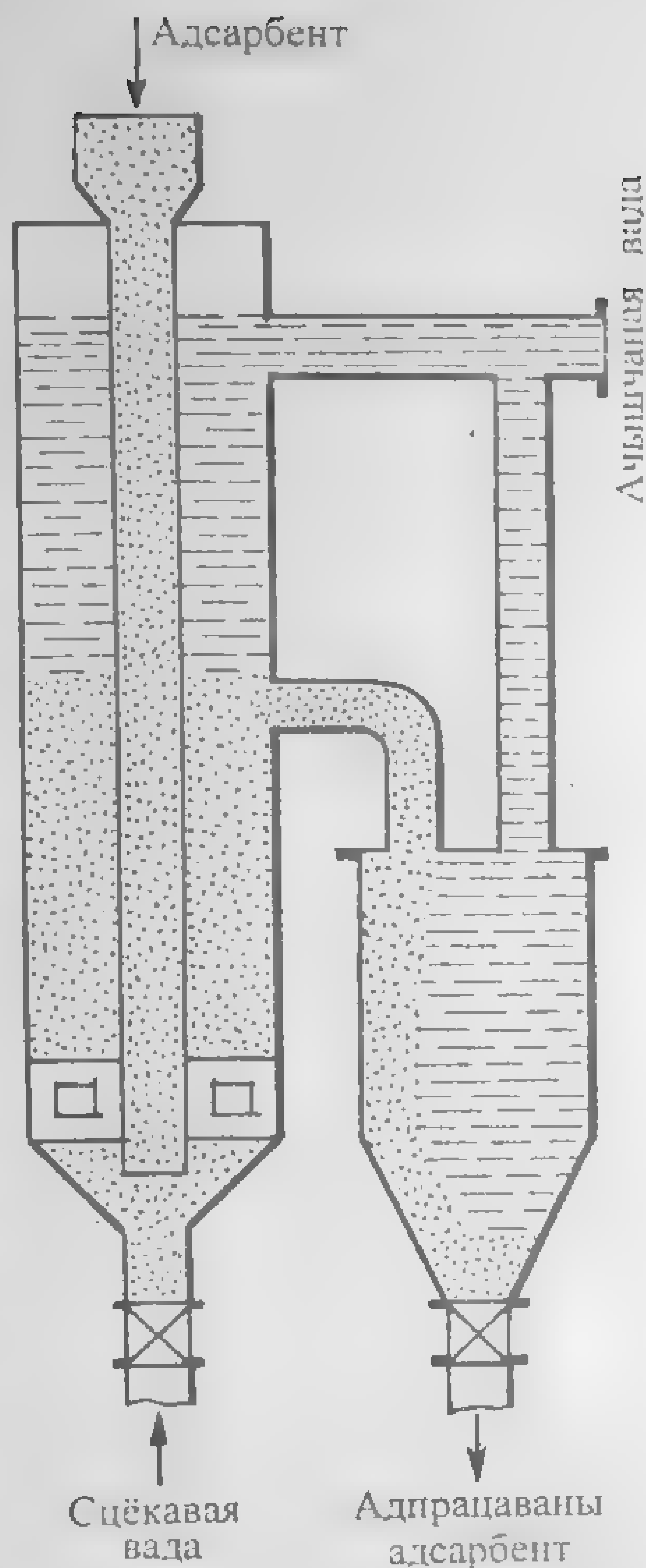
Заканчваючы разгляд хімічных метадаў ачысткі і апрацоўкі сцёкавых вод, неабходна сказаць, што магчымасці гэтых метадаў далёка не вычарпаны. Яны дазваляюць выдаляць са сцёкавых вод практычна любое злучэнне, але ў многіх выпадках гэта немэтазгодна па прычыне высокіх затрат, недаступнасці рэагентаў.

11.5.2. Фізіка-хімічная ачыстка сцёкавых вод

Да фізіка-хімічных метадаў ачысткі сцёкавых вод звычайна адносяць каагуляцыю, флатацыю, адсорбцыю, іонны абмен, экстракцыю, рэктыфікацыю, выпарванне, адваротны осмас і ультрафільтрацыю, электрахімічныя метады і інш. Каагуляцыя як метад узбуйнення калоідных часцінак і флатацыя разгледжаны намі раней. Аб экстракцыі, рэктыфікацыі, выпарванні як аб метадах ачысткі можна гаварыць дастаткова ўмоўна, так як яны выкарыстоўваюцца для раздзялення канцэнтраваных раствораў. Пры гэтым атрымліваюць канцэнтрат забруджваючага рэчыва і ачышчаную вадкасць. Пытанні, якія датычацца гэтых метадаў раздзялення, падрабязна разгледжаны ў спецыяльнай літаратуры.

Электрахімічныя метады ўключаюць у сваю чаргу шэраг варыянтаў ажыццяўлення працэсу, якія адрозніваюцца як па дасягаемым эфекце, так і па характарыстыках апрацоўваемых аб'ектаў. Таму гэтыя метады намі разгледжаны асобна.

Мал. 11.9. Адсорбер бесперапыннага дзеяння для ачысткі сцёкавых вод.



Адсорбцыя выкарыстоўваецца для глыбокай ачысткі, даачысткі сцёкавых вод, ачысткі ў сістэмах абаротнага водазабеспячэння. Найбольш рацыянальнай лічыцца ачыстка гэтым метадам сцёкавых вод, якія утрымліваюць араматычныя злучэнні, фарбавальнікі, ПАР, гербіцыды, пестыцыды і інш. Заканамернасці і механізмы адсорбцыі для газаў і вадкасцей практычна не адрозніваюцца і выкладзены вышэй. Універсальнымі сарбентамі, выкарыстоўваемымі ў практыцы ачысткі сцёкавых вод, з'яўляюцца актываваныя вуглі.

Арганізацыя працэсу ачысткі сцёкавых вод адсорбцыяй падобна на ачыстку газаў. Канструкцыі абсталявання толькі ўлічваюць асаблівасці ачышчаемага асяроддзя — вады. Адна з канструкцый адсорбера для ачысткі сцёкаў прыведзена на мал. 11.9.

Арганізаваць ачыстку забруджаных вод з дапамогай адсарбента можна, выкарыстаўшы звычайныя адстойнікі. Пры гэтым адсарбент у выглядзе суспензіі пры перамешванні ўводзіцца ў ачышчаемую ваду і падаецца ў адстойнік, дзе сумесь знаходзіцца пэўны час, за які працякае працэс адсорбцыі забруджваючых рэчываў і раздзялення на ачышчаную ваду і адсарбент. Такім чынам вада можа апрацоўвацца некалькі разоў да дасягнення патрабуемай ступені ачысткі. Адсарбент таксама можа выкарыстоўвацца некалькі разоў да дасягнення насычэння. Спосаб ажыццяўлення рэгенерацыі адсарбента вызначаецца неабходнасцю рэкуперацыі ўлоўле-

нага злучэння. Калі рэкуперацыя неабходна, то рэгенерацыю праводзяць экстрагіраваннем арганічнымі растваральнікамі, адгонкай вадзяной парай ці прадуўкай падагрэтым інертным газам. Калі выдзяляць улоўленыя злучэнні няма патрэбы, то выкарыстоўваць тэрмічную рэгенерацыю, якую праводзяць ў спецыяльных установках пры тэмпературы 700—800°С. Пры гэтым беззваротна губляецца да 15—20% адсарбента. Хімічнае і біяхімічнае акісленне забяспечвае рэгенерацыю адсарбента праз разбурэнне адсарбіраваных злучэнняў.

Распрацоўка новых сарбентаў на аснове прыродных матэрыялаў, сінтэтычных палімерных матэрыялаў і інш. пастаянна павялічвае вобласць прымянення адсорбцыі як у практыцы ачысткі сцёкавых вод, так і для атрымання высакаякаснай пітной вады. Для атрымання пітной вады непасрэдна з паверхневых вадаёмаў ці нават з лужы распрацаваны канструкцыі фільтраў, якія забяспечваюць ачыстку ад завіслых рэчываў (у тым ліку і ад мікраарганізмаў), раствораных арганічных і неарганічных злучэнняў. Яны сумяшчаюць у сабе функцыі тонкага механічнага фільтра, адсорбера і іонаабменніка.

Устаноўкі іоннага абмену выкарыстоўваюцца для выдалення з водных раствораў галоўным чынам неарганічных катыёнаў і аніёнаў. Яны нармальна працуюць, калі папярэдне з вады выдалены завіслыя і арганічныя рэчывы, моцныя акісляльнікі. Іонны абмен шырока выкарыстоўваецца ў практыцы водападрыхтоўкі для ўмягчэння і абяссольвання вады, улоўлівання і рэгенерацыі іонаў металаў у гальванічнай вытворчасці і г.д. Эфектыўнасць работы разглядаемых установак залежыць ад уласцівасцяў выкарыстоўваемых іонаабменных матэрыялаў. Іонаабменныя матэрыялы ў сваёй структуры змяшчаюць кіслыя ці асноўныя актыўныя іонагенныя групы. Наяўнасць гэтых груп вызначае здольнасць кіслотных іанітаў у R – H-форме абменьваць катыёны, а асноўных іанітаў у R – OH-форме абменьваць аніёны. Іонаабменнымі ўласцівасцямі валодаюць мноства прыродных матэрыялаў (вугаль, торф, глеба і г.д.), але ў практыцы водаачысткі выкарыстоўваюць практычна выключна сінтэтычныя матэрыялы. Іаніты, здольныя абменьваць катыёны, называюцца катыяні-

тамі. Часцей за ўсё гэта матэрыялы на аснове полістыролу, якія змяшчаюць групы -SO_3H і -COOH.

Аніяніты забяспечваюць абмен аніёнаў і ўтрымліваюць у сваім складзе асноўныя амінагрупы. Механізм дзеяння і асноўныя заканамернасці працэсаў іоннага абмену і адсорбцыі вельмі падобныя. І іаніты, і адсарбенты характарызуюцца вызначанай паглынальнай здольнасцю, працуюць у рэжыме паглынанне—рэгенерацыя. Адсорбцыя і іонны абмен раўнавесныя працэсы. Некаторыя адсарбенты валодаюць уласцівасцямі іонаабменных матэрыялаў, і наадварот. Іаніты характарызуюцца абменнай ёмістасцю, якая прадстаўляе сабой масу іонаў, якія могуць быць выдалены адзінкай аб'ёму ці масы іаніта. Рэгенерацыя іанітаў выконваецца растворамі кіслот (катыяніты) і шчолачаў (аніяніты). Рэгенерацыйныя растворы (элюаты, прамыўныя воды), якія ўтрымліваюць выдаленыя з апрацоўваемай вады катыёны ці аніёны, напраўляюць на перапрацоўку ці абясшкоджванне.

Апараты для правядзення іоннага абмену ў асноўным адрозніваюцца сістэмамі рэгенерацыі іанітаў і могуць працаваць са стацыянарным ці завіслым слоем іаніта. У залежнасці ад выконваемых функцый (змякчэнне, поўнае абяссольванне ці селектыўнае выдаленне катыёнаў металаў) выкарыстоўваюцца сістэмы, якія ўключаюць паслядоўную апрацоўку вады ў дзве, тры і больш ступені на катыянітах і аніянітах з рознымі ўласцівасцямі.

Адным з найбольш універсальных метадаў выдзялення з вадкасцяў раствораных злучэнняў з'яўляецца выкарыстанне паўпранікальных мембран. Да асноўных мембранных метадаў раздзялення вадкіх сістэм адносяцца адваротны осмас (АО), ультрафільтрацыя (УФ), мікрафільтрацыя (МФ), дыяліз, электрадыяліз. У любым з гэтых працэсаў раздзяляемы раствор сутыкаецца з паўпранікальнай мембранай. З прычыны асаблівых уласцівасцяў мембран прайшоўшая праз іх вадкасць абагачаецца ці збядняецца адным ці некалькімі кампанентамі. Працэсы АО,УФ,МФ маюць многа агульнага і іх часта разглядаюць пад агульнай назвай — ***барамембранныя працэсы***. Гэта звязана з тым, што ўсе яны патрабуюць прымянення ціску — найбольшага для АО (да 100 МПа) і найменшага для МФ (да 0,1 МПа).

Адваротны осмас выкарыстоўваецца для выдзялення з раствораў нізкамалекулярных злучэнняў — неарганічных соляў, арганічных малекул з малекулярнай масай да 500. Эфектыўнасць працэсу дасягае 99%. Ён найшоў прымяненне для абяссольвання вады, выдалення фарбавальнікаў, ПАР, канцэнтравання раствораў соляў цяжкіх металаў і г.д.

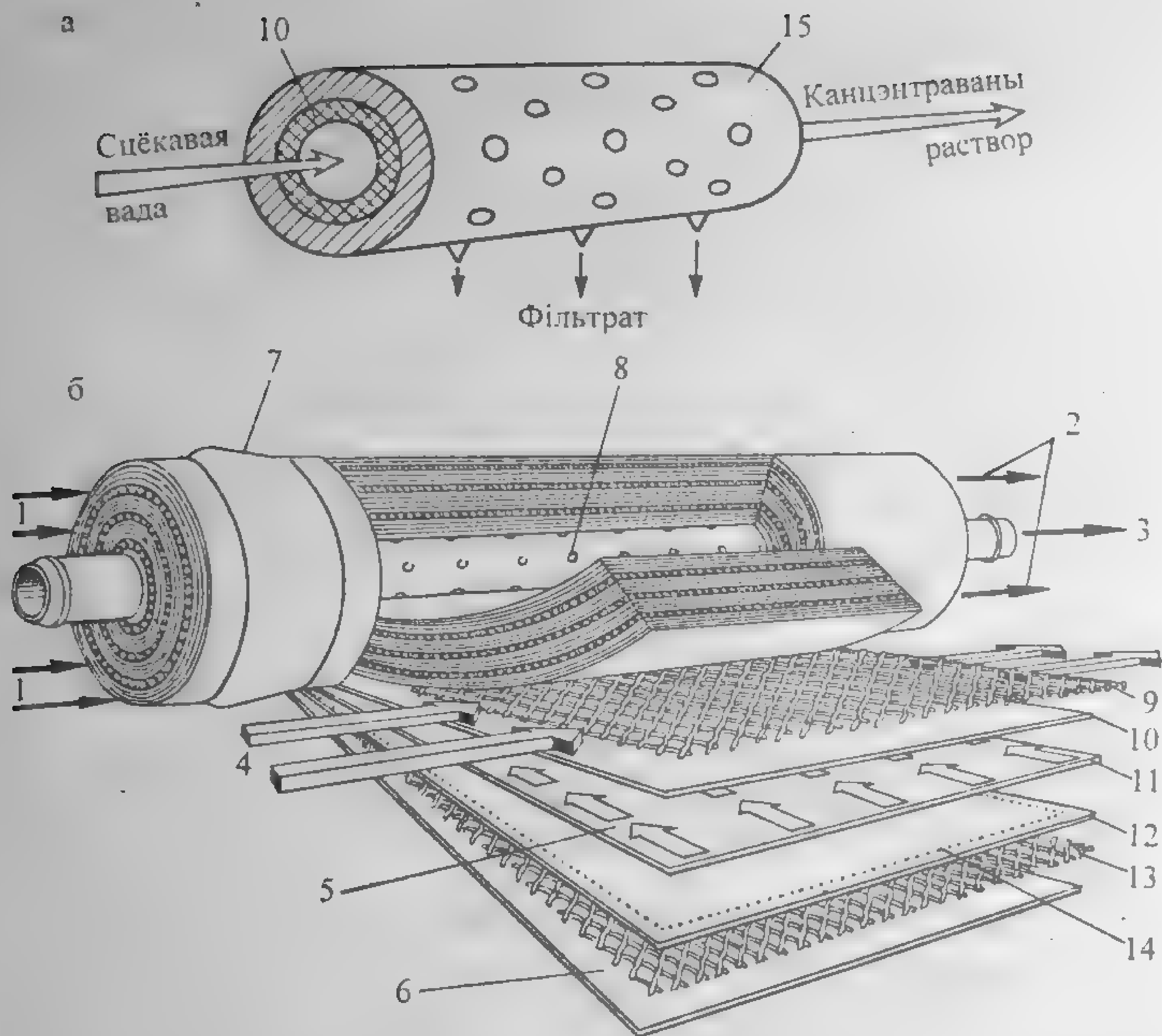
Ультрафільтрацыя найшла прымяненне для выдзялення з раствораў высокамалекулярных злучэнняў з малекулярнай масай больш за 500. Праводзяць УФ пры ціску да 2,0 МПа і выкарыстоўваюць для ўлоўлівання палімераў, некаторых фарбавальнікаў і ПАР, эмульсій і тонкіх суспензій.

Разгледжаныя працэсы прынцыпова адрозніваюцца ад звычайнай фільтрацыі. Пры фільтрацыі ўлоўліваемы прадукт адкладваецца на перагародцы ў выглядзе асадку, пры АО і УФ атрымліваюцца два растворы, адзін з якіх узбагачаны раствораным рэчывам. У гэтых працэсах накапленне растворанага рэчыва каля паверхні мембран недапушчальна, так як вядзе да рэзкага зніжэння селектыўнасці і пранікальнасці мембраны.

Калі мембранны працэс прымяняюць для выдзялення буйных калоідных ці завіслых мікрачасцінак (0,1—10 мкм), тады яго называюць мікрафільтрацыяй. Яе выкарыстоўваюць для канцэнтравання тонкіх суспензій, абеззаражвання, ачысткі прыродных і сцёкавых вод.

Мембраны, да якіх прад'яўляецца шэраг патрабаванняў (хімічная і тэрмічная стойкасць, селектыўнасць і г.д.), вырабляюцца з эфіраў цэлюлозы, некаторых сінтэтычных палімераў.

Тып апаратаў для правядзення барамембранных працэсаў у значнай ступені вызначаецца формай мембран ці мембранных элементаў (мал. 11.10). Мембраны могуць мець форму плёнкі, полых валокнаў, трубак з порыстага матэрыялу (кераміка, метал і інш.), на ўнутраную ці знешнюю паверхню якіх нанесены тонкі слой палімернай мембраны. У апаратах, якія выкарыстоўваюць плёначныя мембраны, абавязковым элементам з'яўляецца дрэнажная пласціна. Яна служыць апорай для мембраны, прадухіляе яе разбурэнне пад уздзеяннем значнага ціску і адначасова забяспечвае адвод фільтрата (у

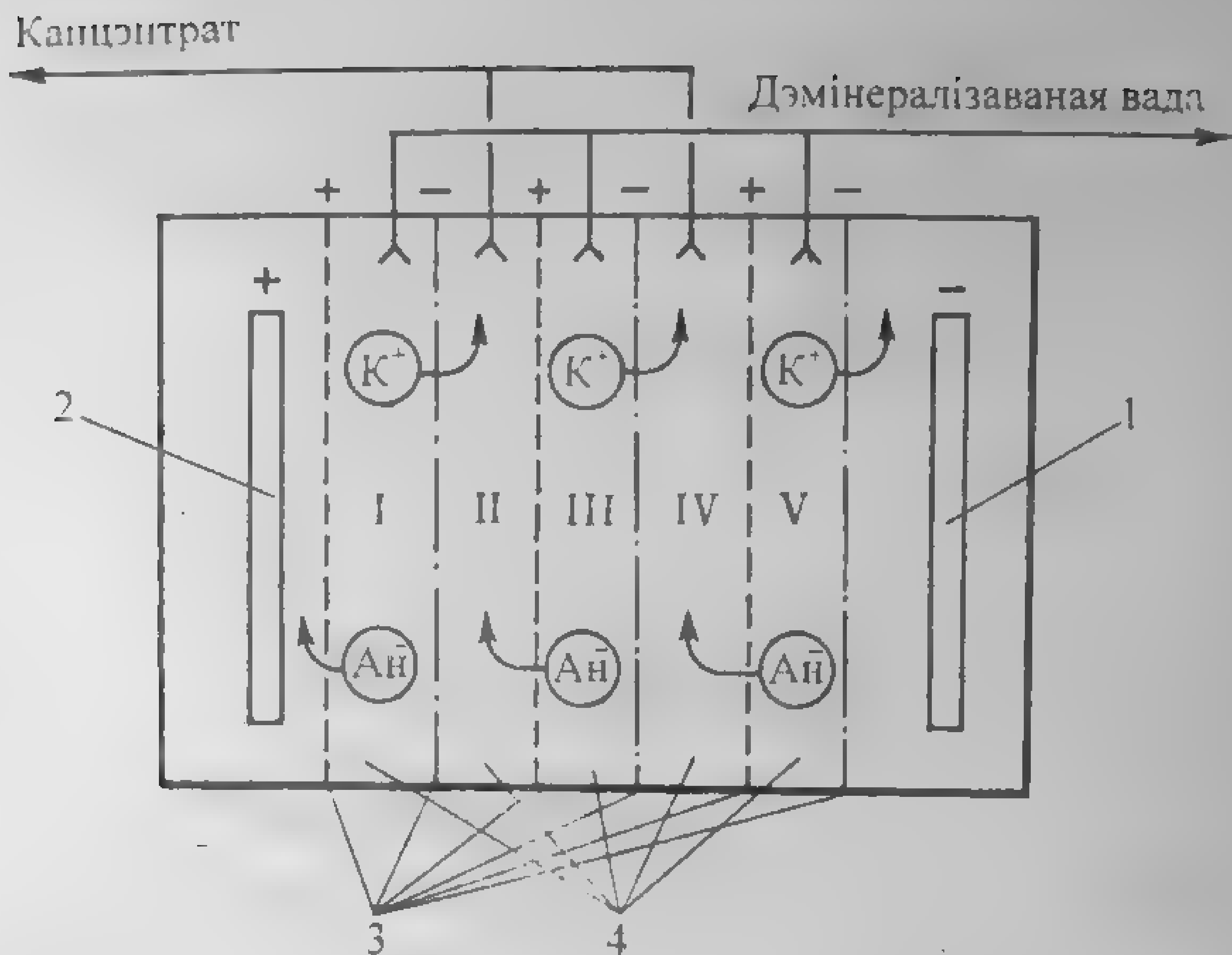


Мал. 11.10. Мембранныя элементы:
а) трубчасты; *б)* рулонны; *1* — сцёкавая вада; *2* — канцэнтрат; *3* — выхад фільтрата; *4* — напрамак руху забруджанай вады; *5* — напрамак патоку канцэнтрата; *6* — ахоўнае пакрыццё; *7* — стык паміж элементам і абалонкай; *8* — перфарыраваная труба для збору фільтрата; *9, 13* — пракладка; *10, 12* — мембрана; *11* — калектар с порыстага матэрыялу для збору фільтрата; *14* — лінія шва, злучаючага дзве мембраны; *15* — порыстая труба.

практыцы барамембранных працэсаў ён называецца перmeат). Плошча мембран, якая прыходзіцца на адзін апарат ці модуль, можа вагацца ад дзесяткаў (плоскія мембранныя злементы) да дзесяткаў тысяч м^2 (апараты з полымі валокнамі).

Звычайна ўстаноўкі для правядзення барамембранных працэсаў складаюцца з мноства модуляў ці апаратаў, якія злучаюцца паралельна. Гэта прадухіляе ўтварэнне зон павышанай канцэнтрацыі затрымліваемага злучэння на паверхні мембран і садзейнічае больш прадукцыйнай і эфектыўнай рабоце сістэмы.

Вобласць прымянення барамембранных працэсаў



Мал. 11.11. Схема электрадыялізу:
1 — катод; *2* — анод; *3* — іонселектыўныя мембраны (+ аніянітавая, – катыянітавая); *4* — расольныя камеры; $К^+$ — катыён; $Ан^-$ — аніён.

расшыраецца. Апараты і мембраны ўдасканальваюцца, што, несумненна, дазволіць знайсці многія новыя вобласці іх выкарыстання. Яны ўжо зараз працуюць у харчовай, хімічнай, машынабудаўнічай прамысловасці, пры водападрыхтоўцы.

Больш шырокае распаўсюджванне стрымліваецца галоўным чынам высокім коштам установак, якія працуюць пры высокіх ціосках, малым тэрмінам службы мембран. У адрозненне ад паўпранікальных мембран мембраны для дыялізу воданепранікальныя. Яны прапускаюць ці ўсе іанізаваныя часцінкі, ці часцінкі вызначанага знаку (катыёны ці аніёны). Рухаючай сілай працэсу можа быць рознасць канцэнтрацый (дыяліз), ціску (п'езадыяліз), электрычных патэнцыялаў (электрадыяліз).

Найбольшае прымяненне знайшоў электрадыяліз, сутнасць якога тлумачыцца мал. 11.11. Паміж электродамі памешчана некалькі селектыўных дыялізных мембран, якія чаргуюцца такім чынам: катыённая, аніённая, катыённая і г.д.). Як бачна з мал. 11.11, гэтым забяспечваецца канцэнтраванне солі ў камерах 2, 4 і абяссольванне вады ў камерах 1, 3 і 5.

Гэты працэс найбольш прыгодны для атрымання піт-

ной вады з вады, утрымліваючай да 2 г/л солей. Можа выкарыстоўвацца для выдалення і рэкуперацыі са сцёкаў некаторых металаў.

11.5.3. Электрахімічная ачыстка сцёкавых вод

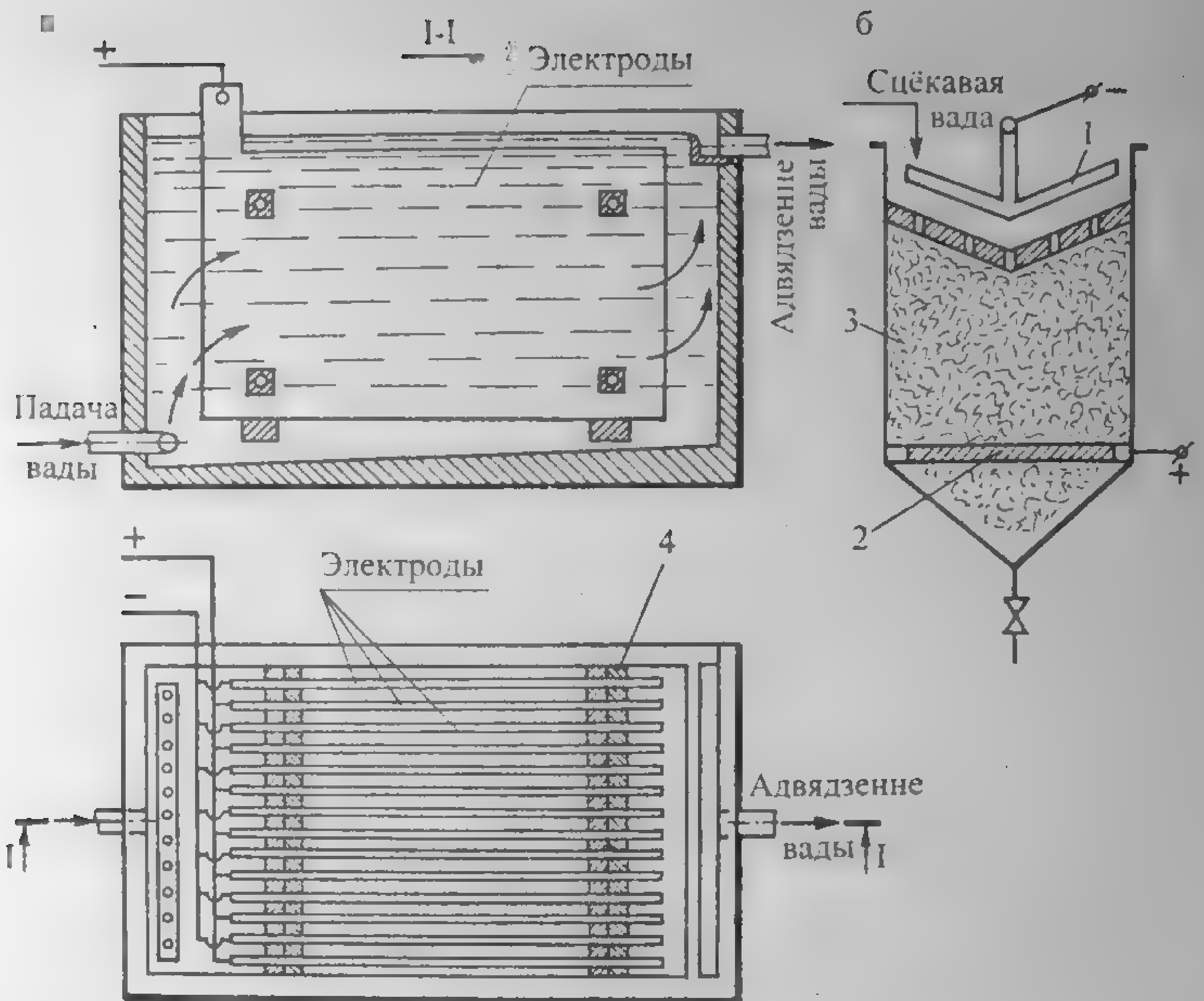
Электрадыяліз адносяць як да мембранных, так і да электрахімічных метадаў ачысткі (апрацоўкі) сцёкавых вод. Электрахімічныя метады ў апошні час хутка развіваюцца, што абумоўлена шэрагам прычын. Установкі па ажыццяўленню гэтых метадаў кампактныя, высокапрадукцыйныя, лёгка аўтаматызуюцца, добра спалучаюцца з другімі. Пры электраапрацоўцы, як правіла, не павялічваецца салявы састаў ачышчанай вады, значна памяншаецца ці выключаецца зусім утварэнне асадкаў. Вышэй мы ўпаміналі электракаагуляцыю і электрафлатацыю. Зараз коратка спынімся на другіх электрахімічных метадах, перш за ўсё на электрахімічнай дэструкцыі, электракрысталізацыі, комплексным электрычным уздзеянні.

У аснове любога метаду электраапрацоўкі ляжыць комплекс складаных фізіка-хімічных з'яў, і ў першую чаргу электрахімічная рэакцыя на мяжы падзелу фаз электрод—раствор, якая вызначае ўсе працэсы, праходзячыя на электродах і ў аб'ёме электраліту.

Асноўнымі катоднымі працэсамі пры апрацоўцы водных раствораў з'яўляюцца выдзяленне вадароду і электрааднаўленне металаў, калі яны ў выглядзе салей прысутнічаюць у растворы. Металы асаджаюцца на паверхні катода.

У выніку анодных працэсаў выдзяляецца кісларод і могуць утварацца у залежнасці ад віду аніёнаў, прысутнічаючых у растворы, іншыя газы, напрыклад хлор. Пры наяўнасці ў апрацоўваемай вадзе раствораных злучэнняў рознага саставу, калоідных часцінак, электродныя працэсы значна складаней, але іх разгляд не ўваходзіць у нашу задачу.

У аб'ёме электраліту працякае комплекс пераўтварэнняў з удзелам прадуктаў электродных працэсаў, назіраецца рух зараджаных часцінак і іанізіраваных малекул і інш. Вынікам гэтага з'яўляецца каагуляцыя і флакуляцыя калоідных прымесяў, акісленне і аднаўленне складаных арганічных малекул. У сваю чаргу працэсы ў



Мал. 11.12. Схема электракаагулятара:
а) з пласцiнiстымi электродамi; *б)* з засыпнымi электродамi; *1* — катод; *2* — нерастваральны анод; *3* — металiчная (жалезная) стружка; *4* — iзаляцыйныя пракладкi.

аб'ёме электралiту аказваюць уплыў на электродныя рэакцыi.

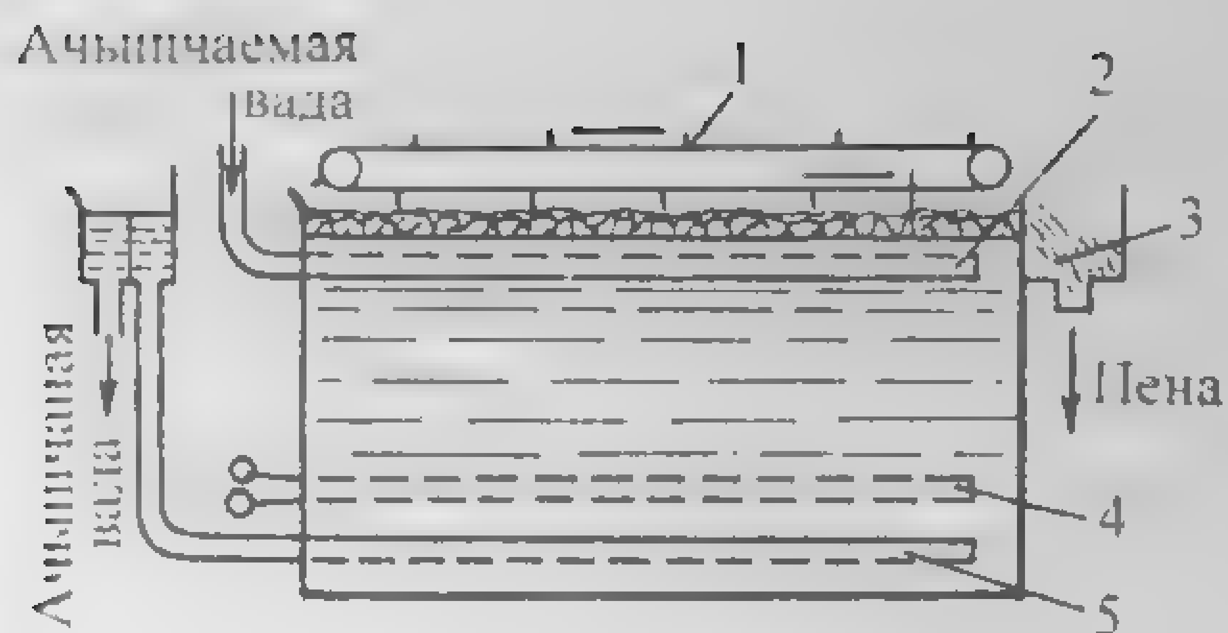
Пры электракаагуляцыi выкарыстоўваюць алюмiнiевыя цi жалезныя электроды, у вынiку растварэння якiх у раствор пераходзяць катыёны адпаведных металаў i звязваюцца ў выглядзе гiдраксiдаў. Гiдраксiды забяспечваюць каагуляцыю калоiдных прымесяў i iх аддзяленне ад вады непасрэдна ў электракаагулятары цi ў адстойнiку. На эфектыўнасць працэсу аказваюць уплыў тэмпература, pH, стан электродаў. У якасцi электродаў могуць выкарыстоўвацца не толькi металiчныя пласцiны, але i стружка (адходы), што адбiваецца на канструкцыi апарата (мал. 11.12). Для пераходу 1 г жалеза ў раствор неабходна затрацiць каля 2,9 Вт·г электраэнергii, а 1 г алюмiнiю — 12 Вт·г. Электракаагуляцыя выкарыстоўваецца для ачысткi сцёкавых вод ад эмульсiй, нафтапрадуктаў, тлушчаў, масла i г.д.

Асаблівасцю апаратаў для электрафлатацыі з'яўляецца выкарыстанне сеткаватых катодаў, якія забяспечваюць свабоднае ўтварэнне пузыркоў газу і іх пад'ём на паверхню вадкасці (мал. 11.13). На працэс газаўтварэння аказваюць уплыў мноства фактараў, што дае многа магчымасцей для ўпраўлення і рэгулявання працэсам. Электрафлатацыя знаходзіць прымяненне для ачысткі сцёкавых вод тэкстыльнай, харчовай, цэлюлозна-папяровай, нафтаперапрацоўчай прамысловасці. Эфектыўнасць ачысткі па нафтапрадуктах дасягае 90%, па завіслых рэчывах 70%, па тлушчах 80%. Тэрмін апрацоўкі вадкасці ад некалькіх да 30—40 хвілін. Расход электраэнергіі каля 1 кВт·г на 1 $м^3$ вады.

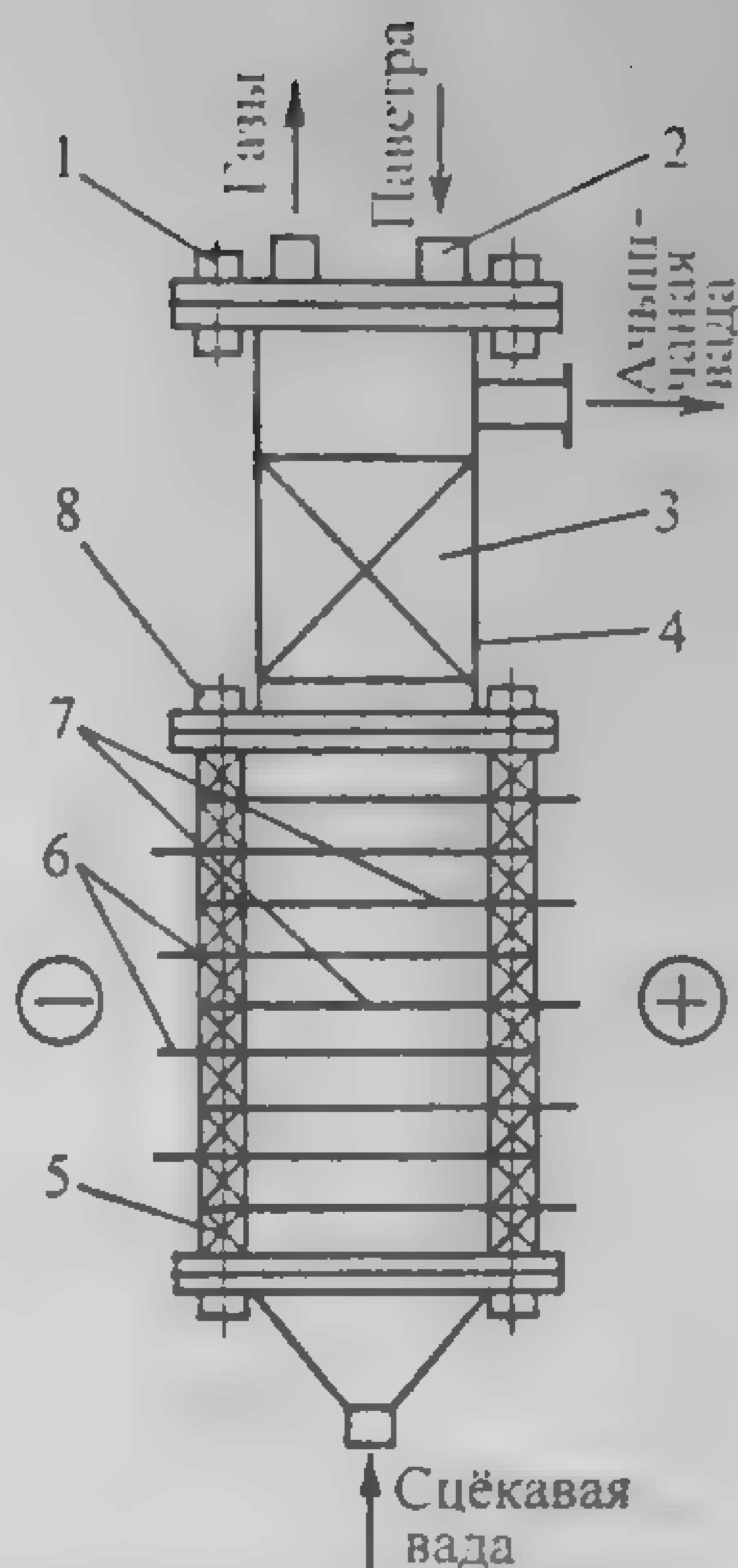
Усё большае распаўсюджванне ў практыцы ачысткі сцёкавых вод знаходзяць працэсы электрахімічнай дэструкцыі, у аснове якіх ляжыць электрахімічнае акісленне з выкарыстаннем нераствaральных анодаў. Гэтым метадам дасягаецца глыбокая дэструкцыя цяжкаакісляемых арганічных злучэнняў. Глыбіня пера-ўтварэнняў забруджваючых рэчываў залежыць ад матэрыялу электродаў, саставу апрацоўваемай вадкасці, pH, тэмпературы і інш. У выпадку прысутнасці ў апрацоўваемай вадкасці іонаў Cl^- пры анодным акісленні яны даюць свабодны хлор, прадукты ўзаемадзеяння якога з вадой забяспечваюць глыбокае акісленне забруджваючых рэчываў. Найбольшая колькасць тэхнічных рашэнняў і распрацовак па электрахімічнай дэструкцыі прысвечана ўдасканаленню іменна гэтага варыянта працэсу. Высокія скорасці акіслення маюць месца ў выніку многаразовага ўдзелу хларыд-іона ў працэсе, што дасягаецца яго безупынным акісленнем да свабоднага хлору.

Асаблівасцю апаратаў для электрахімічнай дэструкцыі з'яўляецца тое, што апрацоўваемая вада многаразова праходзіць паміж электродамі са скорасцю, якая забяспечвае яе перамешванне. Для паўнаты працякання хімічных рэакцый з удзелам прадуктаў электродных рэакцый апарат можа дапаўняцца масаабменнай секцыяй — камерай з насадкай (мал. 11.14).

Галоўную ролю ў разглядаемых працэсах адыгрывае анод, на якім праходзяць працэсы акіслення і ўтварэння акісляльнікаў. У якасці анодаў выкарыстоўваецца



Мал. 11.13. Электрафлататар:
1 — механізм выдалення пены; *2, 5* — перфарыраваныя трубы для падачы і выдалення вады; *3* — зборнік пены; *4* — электроды.



Мал. 11.14. Апарат электрахімічнага акіслення сцёкавых вод:
1, 2 — патрубкі для падачы паветра і адвода разбаўленых газаў; *3* — насадка; *4* — кантактная камера; *5* — ізаляцыйныя пракладкі; *6* — катоды; *7* — аноды; *8* — злучальныя шпількі.

графіт, які, праўда, мае шэраг недахопаў (разбурэнне, знос, другаснае забруджванне). Сучасныя аноды ўяўляюць сабой тытанавую (цырконіевую і інш.) аснову, на якую нанесена актыўнае пакрыцце таўшчынёй каля 10 мкм — сплавы на аснове кобальта, жалеза, серабра і інш. Пакрыцце мае вялікую ўдзельную паверхню, што вызначае высокую прадукцыйнасць апаратаў, аснашчаных такімі электродамі.

Найбольшы эфект дае прымяненне электрахімічнай дэструкцыі для ачысткі сцёкавых вод прадпрыемстваў тэкстыльнай прамысловасці, бытавой хіміі, якія характарызуюцца высокім узроўнем забруджвання. Затраты электраэнергіі на працэс ачысткі могуць дасягаць 30 кВт·г на 1 м^3 вады.

Электракрышталізацыя характарызуецца ўзнікненнем цвёрдай фазы на паверхні электродаў у выніку разраду іонаў. Найбольш часта мае месца катоднае аднаўленне металаў. Гэты працэс шырока выкарыстоўваецца пры ачыстцы сцёкавых вод гальванічных вытворчасцей для здабывання медзі, цынку, нікелю. У электролізнай ванне для правядзення гэтага працэсу ў якасці катодаў выкарыстоўваюцца металы, іоны якіх выдаляюцца з раствору. Калі таўшчыня выдзеленага металу на элект-

родзе дасягае 0,1—0,3 мм, працэс перапыняюць і метал здымаюць з электрода механічным ці хімічным спосабам. Пры здабычы высакародных металаў з прамыўных вод у якасці катода могуць выкарыстоўвацца вугляродныя валокны.

Акрамя разгледжаных асноўных метадаў электрахімічнай ачысткі сцёкаў распрацавана і знайшло прымяненне мноства другіх. Гэта электрафільтраванне, электрафарэз, комплексныя электрычныя ўздзеянні і інш. Высокай эфектыўнасцю вызначаюцца апараты, якія спалучаюць некалькі спосабаў электрахімічнага ўздзеяння — электрафлотакаагулятары, электраіонаабменнікі і інш.

Нягледзячы на высокую эфектыўнасць, універсальнасць і шэраг пераваг у параўнанні з іншымі метадамі ачысткі, электрахімічныя метады не з'яўляюцца універсальнымі, прыдатнымі для апрацоўкі ўсіх відаў сцёкавых вод. Найбольшую перавагу яны маюць пры апрацоўцы малых аб'ёмаў высокаканцэнтраваных сцёкаў.

11.6. БІЯЛАГІЧНАЯ АЧЫСТКА СЦЁКАВЫХ ВОД

Біялагічныя працэсы, працякаючыя ў прыродных умовах на розных узроўнях экасістэм, з'яўляюцца асновай працэсаў самаачышчэння, вызначаюць устойлівасць гэтых сістэм, узровень гранічна дапушчальнай экалагічнай нагрузкі. Некаторыя з гэтых працэсаў, рэалізаваныя ў штучных умовах, знайшлі выключна шырокае распаўсюджанне пры ачыстцы сцёкавых вод, перапрацоўцы і абясшкоджванні адходаў вытворчасці і спажывання. Вобласць прымянення біялагічных працэсаў пры ажыццяўленні тэхнічных мерапрыемстваў па ахове навакольнага асяроддзя безупынна пашыраецца. Самым яскравым прыкладам прымянення біялагічных метадаў у мэтах аховы навакольнага асяроддзя з'яўляецца біялагічная ачыстка сцёкавых вод.

У аснове біялагічнай ачысткі сцёкавых вод ляжыць біяканверсія арганічных злучэнняў супольнасцю мікраарганізмаў. Біялагічная ачыстка грунтуецца на працэсах сілкавання мікраарганізмаў (бактэрый, прасцейшых) арганічным рэчывам сцёкавых вод. Унутры клетак мікраарганізмаў працякае безупынны складаны працэс хімічных пераўтварэнняў. Скорасць хімічных

рэакцый і іх паслядоўнасць залежыць ад віду і ўтрымання біялагічных каталізатараў — ферментаў.

Для таго каб гэтыя працэсы прайшлі, неабходна забяспечыць пападанне рэчыва-забруджвальніка ва ўнутраны аб'ём клеткі. Асаблівасцю біялагічных ферментных сістэм з'яўляецца здольнасць да самарэгулявання, прыстасавання да канкрэтнага складу сцёкавых вод.

Хімічныя пераўтварэнні з дапамогай ферментаў могуць ісці толькі пры ўмове стварэння належных умоў для жыццядзейнасці мікраарганізмаў. Асноўнымі параметрамі, якія аказваюць непасрэдны ўплыў на ход біяканверсіі забруджваючых рэчываў, з'яўляюцца канцэнтрацыя субстрату, канцэнтрацыя мікраарганізмаў у ачышчаемай вадзе, тэмпература, утрыманне мінеральных рэчываў, актыўная рэакцыя асяроддзя (pH), наяўнасць біягенных элементаў (часцей за ўсё азоту і фосфару) і таксічных рэчываў.

У практыцы біялагічнай ачысткі выкарыстоўваюцца як аэробныя, так і анаэробныя біялагічныя працэсы. Першыя з іх працякаюць у выніку дзейнасці мікраарганізмаў — аэробаў, для жыццядзейнасці якіх неабходны прыток кіслароду і тэмпература звычайна не вышэй 30°С, другія — анаэробаў, якія існуюць без доступу кіслароду ў больш шырокім тэмпературным інтэрвале. З анаэробных працэсаў, выкарыстоўваемых на практыцы, выдзяляюць мезафільны (тэмпература 33—37°С) і тэрмафільны (53—57°С) працэсы.

У аснове аэробных біялагічных працэсаў ляжыць біялагічнае акісленне арганічных забруджвальнікаў, якое працякае са значным выдзяленнем энергіі у выглядзе цяпла. Прадуктамі акіслення звычайна з'яўляюцца вуглякіслы газ і вада. Частка масы забруджваючых рэчываў ператвараецца ў прадукты метабалізму і выкарыстоўваецца для біясінтэзу, гэта значыць для нарошчвання масы супольнасці мікраарганізмаў. Працэсы ачысткі ў аэробных умовах працякаюць больш глыбока і з большай скорасцю, але прырост біямасы ў іх значна большы, чым у анаэробных. У практыцы біялагічнай ачысткі ў асноўным выкарыстоўваюцца аэробныя працэсы.

Звычайныя анаэробныя працэсы характарызуюцца

значнай працягласцю (дзесяткі сутак) і магчымасцю ператварэння складаных арганічных малекул у больш простыя, частка якіх з' яўляецца газамі (метан, вадарод, азот і інш.). Анаэробныя працэсы патрабуюць значных канцэнтрацый забруджваючых рэчываў (арганічнага субстрату), больш адчувальныя да прысутнасці таксічных злучэнняў, тэмпературы. Звычайна яны выкарыстоўваюцца ў працэсах ачысткі канцэнтраваных сцёкавых вод, пры перапрацоўцы асадкаў сцёкавых вод і цвёрдых адходаў. Спалучэнне аэробнага і анаэробнага працэсаў дазваляе найбольш поўна выкарыстаць іх перавагі.

Здольнасць да біяканверсіі ў розных арганічных злучэнняў значна адрозніваецца. Існуе шэраг злучэнняў (хлорвытворныя, высокамалекулярныя ПАР і інш.), якія ўвогуле ў звычайных умовах не паддаюцца біяхімічнаму акісленню. На здольнасць да біяканверсіі ўплывае прысутнасць таксічных рэчываў, утрыманне цяжкіх металаў і інш. Колькасна ацаніць здольнасць да біяканверсіі можна па суадносінах БПК да ХПК, якое павіннна быць не менш 0,5.

Біялагічныя метады шырока выкарыстоўваюцца для ачысткі гарадскіх і прамысловых сцёкавых вод. Акрамя арганічных злучэнняў яны дазваляюць выдаляць аміяк, нітрыты, сульфіды і інш. Асноўнымі тыпамі збудаванняў для правядзення біялагічнай ачысткі (аэробны працэс) з'яўляюцца аэратэнкі і біяфільтры.

У аэратэнках супольнасць мікраарганізмаў імянуецца актыўным ілам. Актыўны іл складаецца з носьбіта (адмерлая частка мікраарганізмаў, водарасляў і інш.) і замацаваных на ім жывых мікраарганізмаў актыўнага ілу. У склад біяцэнозу актыўнага ілу ўваходзіць мноства відаў мікраарганізмаў (бактэрый і прасцейшых). Утрыманне розных груп мікраарганізмаў вызначаецца складам сцёкавых вод і ўмовамі жыццядзейнасці супольнасці мікраарганізмаў. Адаптацыя біяцэнозу актыўнага ілу да складу сцёкавых вод і ўмоў жыццядзейнасці займае даволі значны адрэзак часу. Таму так важна забяспечыць падачу на збудаванні біялагічнай ачысткі сцёкавых вод пастаяннага саставу і падтрымліваць пастаянныя параметры працэсу. Ваганні тэмпературы, pH, мінералізацыі, саставу сцёкавых вод могуць

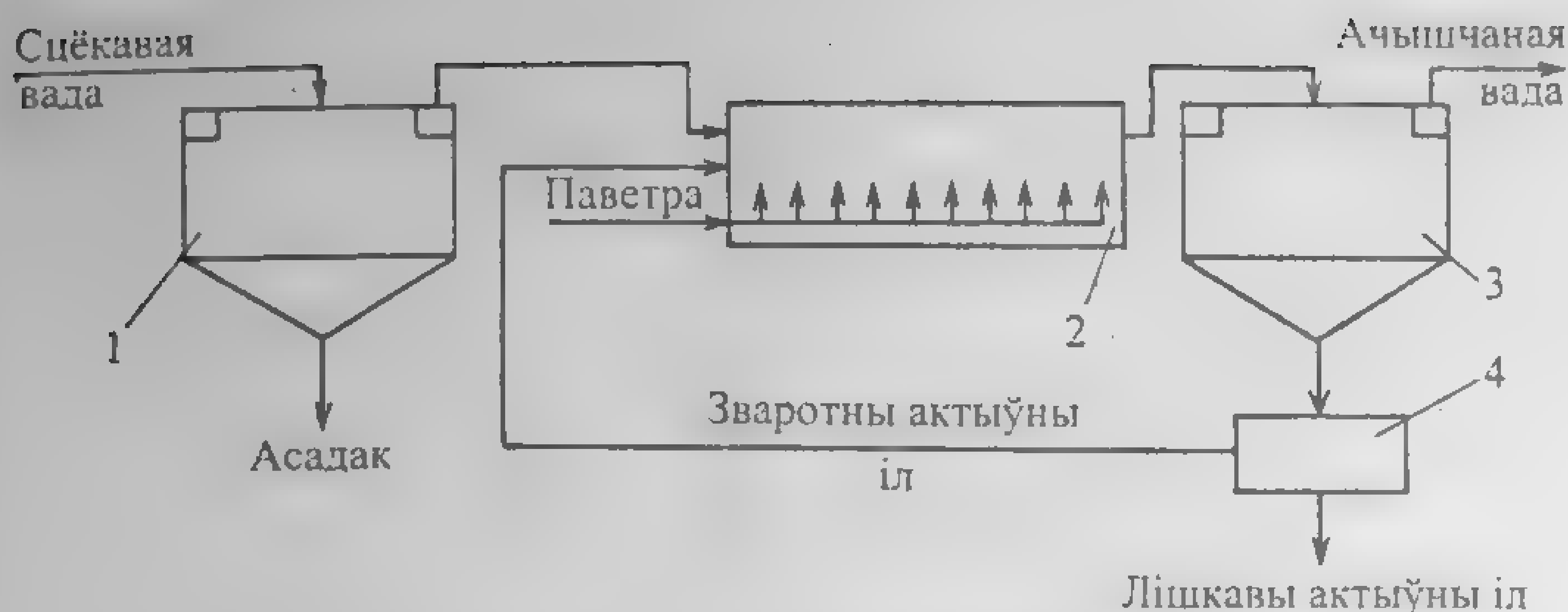
значна зменшыць скорасць біяканверсіі забруджваючых рэчываў ці зусім прыпыніць яе. Асабліва гэта тычыцца ўтрымання таксічных злучэнняў.

Адкуль бярэцца супольнасць мікраарганізмаў? Фарміраванне спецыфічнай супольнасці мікраарганізмаў ідзе на базе мікраарганізмаў, якія прысутнічаюць у сцёкавых водах, напрыклад гаспадарча-бытавых, ці ўтрымліваюцца ў глебе. Як мы адзначалі, гэта даволі працяглы працэс. Біяцэноз актыўнага ілу звычайна адаптаваны для біялагічнага акіслення цэлай гамы забруджваючых рэчываў, як, напрыклад, у гарадскіх сцёкавых водах. Гэтым і тлумачыцца яго разнастайны састаў. Пры ачыстцы прамысловых сцёкавых вод забруджваючых рэчываў можа быць значна менш, нават адно. Таму і састаў біяцэнозу адпаведным чынам змяняецца. У апошні час у практыцы ачысткі прамысловых сцёкавых вод усё большае прымяненне знаходзяць селекцыянаваныя мікраарганізмы, якія адаптаваны для біяакіслення індывідуальных хімічных злучэнняў, напрыклад фармальдэгіду, фенолу і інш. Яны забяспечваюць высокую ступень ачысткі пры высокіх канцэнтрацыях забруджваючых рэчываў.

З параметраў, якія аказваюць адметны ўплыў на эфектыўнасць біялагічнай ачысткі з актыўным ілам, адзначым у першую чаргу ўтрыманне кіслароду. Без кіслароду працэсы біяхімічнага акіслення арганічных злучэнняў немагчымы. Таму ўсе збудаванні, дзе рэалізаваны аэробны працэс, аснашчаны сістэмамі аэрацыі, якія забяспечваюць падачу паветра ў ачышчаемую ваду. Іншы раз для аэрацыі можа выкарыстоўвацца тэхнічны кісларод. Аб важнасці гэтага працэсу ў біялагічнай ачыстцы гаворыць тое, што часта збудаванні біялагічнай ачысткі сцёкавых вод называюцца станцыямі аэрацыі.

Асаблівасцю работы аэратэнкаў з'яўляецца наяўнасць сістэмы цыркуляцыі актыўнага ілу (гл. мал. 11.15). Як было сказана вышэй, у выніку жыццядзейнасці мікраарганізмаў частка арганічных злучэнняў (забруджвальнікаў) ідзе на прырост біямасы. Гэта значыць, што колькасць актыўнага ілу безупынна павялічваецца і яго неабходна адводзіць з сістэмы.

Аддзяленне актыўнага ілу ад ачышчанай сцёкавай



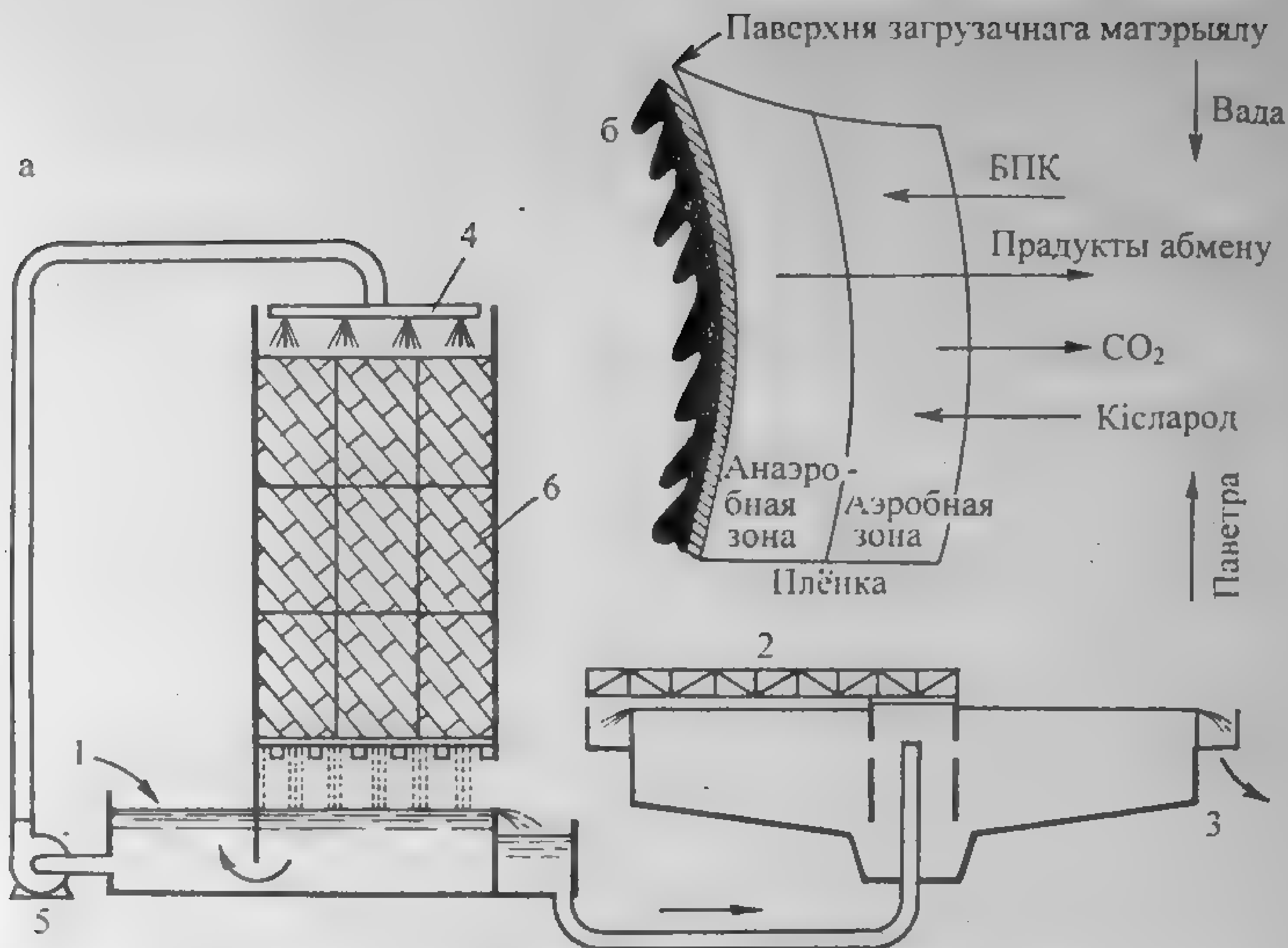
Мал. 11.15. Схема ачысткі сцёкавых вод у аэратэнках:
1 **— пярвічны адстойнік; *2* — аэратэнк; *3* — другасны адстойнік; *4* — помпавая станцыя.**

вады выконваецца ў адстойніку (другасны адстойнік). Перад аэратэнкам сцёкавыя воды таксама ачышчаюцца ад узважаных рэчываў шляхам адстойвання (у першасным адстойніку). Існуе мноства канструкцый аэратэнкаў, якія адрозніваюцца сістэмамі падачы сцёкавых вод, суспензіі актыўнага ілу, спосабам іх перамешвання. Аэратэнкі выкарыстоўваюцца для ачысткі значных аб'ёмаў сцёкавых вод і вызначаюцца вялікімі памерамі. Яны часцей за ўсё аснашчаны пнеўматычнай сістэмай аэрацыі, якая забяспечвае падачу сціснутага паветра ў сумесь сцёкавых вод з актыўным ілам праз порыстыя пласціны, размешчаныя на дне аэратэнка. Аэрацыя акрамя насычэння вады кіслародам забяспечвае перамешванне ілавай сумесі і падтрыманне актыўнага ілу ў завіслым стане.

Для ачысткі невялікіх аб'ёмаў сцёкавых вод распрацавана мноства канструкцый камбінаваных збудаванняў, якія сумяшчаюць у сабе функцыі адстойніка і аэратэнка.

У біяфільтрах ачышчаемыя сцёкавыя воды пасля адстойвання фільтруюцца (працэджваюцца) праз слой матэрыялу (загрузкі) са значнай удзельнай паверхняй, якая заселена супольнасцю мікраарганізмаў — біяплёнкай (мал. 11.16).

Звычайна колькасць мікраарганізмаў у біяплёнцы менш, чым у актыўным іле, але прасцейшыя характарызуюцца большай разнастайнасцю. Слой біяплёнкі, непасрэдна прымыкаючы да загрузкі, увогуле можа



Мал. 11.16. Схема работы біяфільтра (*а*):
1 — падача сцёкавых вод; *2* — адстойнік; *3* — выпуск ачышчанай вады; *4* — арашальнае прыстасаванне; *5* — помпа; *6* — насадка (загрузка); *б)* біяплёнка.

змяшчаць анаэробныя мікраарганізмы. Біяфільтры звычайна выкарыстоўваюцца для ачысткі сцёкавых вод, якія маюць БПК не больш 300 мг O_2/л (аэратэнкі да 1000 мг O_2/л). Іх прадукцыйнасць залежыць ад выкарыстоўваемай загрузкі, сістэмы падачы сцёкавых вод і спосабу аэрацыі. У якасці загрузкі могуць выкарыстоўвацца шчэбень, жвір, шлак, кольцы, блокі рашоткі, металічныя сеткі і інш.

Для малапрадукцыйных біяфільтраў выкарыстоўваецца натуральная вентыляцыя паветра праз адкрытую паверхню, для больш прадукцыйных — прымусовая падача паветра ў ніжнюю частку біяфільтра. Плёнка фарміруецца на паверхні біяфільтра даволі працяглы час. Па меры павелічэння таўшчыні біяплёнкі яе лішак вымываецца паступаючай вадой і з ніжняй часткі апарата адводзіцца ў адстойнік для аддзялення ад ачышчанай вады.

І аэратэнкі і біяфільтры адносяцца да традыцыйнага абсталявання для правядзення біялагічнай ачысткі

сцёкавых вод. Акрамя іх усё больш шырокае распаўсюджванне знаходзяць біятэнкі, у якіх працуюць як актыўны іл, так і біяплёнка, пагружныя і дыскавыя біяфільтры, біясорберы. Апошнія спалучаюць у сабе функцыі адсорбера і біяфільтра. Насадка, якая знаходзіцца ў завіслым стане, забяспечвае адсорбцыю забруджваючых рэчываў, а мікраарганізмы біяплёнкі іх акісляюць. Канцэнтрацыя мікраарганізмаў у біясорберы да 40 г/л, у аэратэнку — да 7 г/л.

Канструкцыі абсталявання для правядзення біялагічнай ачысткі ў аэробных умовах пастаянна ўдасканальваюцца, распрацоўваюцца прынцыпова новыя апараты, таму нават упамянуць аб усіх мы не маем магчымасці. Адзначым толькі асноўныя напрамкі развіцця разглядаемага метаду. Значна павысіць эфектыўнасць біялагічнай ачысткі дазваляе прымяненне мікраарганізмаў, якія атрыманы ў выніку іх напраўленай селекцыі ці мутагенезу і ў найбольшай ступені прыстасаваны для ўтылізацыі спецыфічных забруджвальнікаў.

Інтэнсіфікацыя працэсу можа быць дасягнута як тэхнічнымі прыёмамі, напрыклад прымяненнем для аэрацыі кіслароду, так і выкарыстаннем хімічных рэчываў-стымулятараў (стэроідныя злучэнні і інш.) ці рэчываў, павышаючых канцэнтрацыю кіслароду. Пры канструяванні апаратаў улічваюць неабходнасць павышэння канцэнтрацыі актыўнай масы мікраарганізмаў у адзінцы аб'ёму, што забяспечвае максімальную прадукцыйнасць.

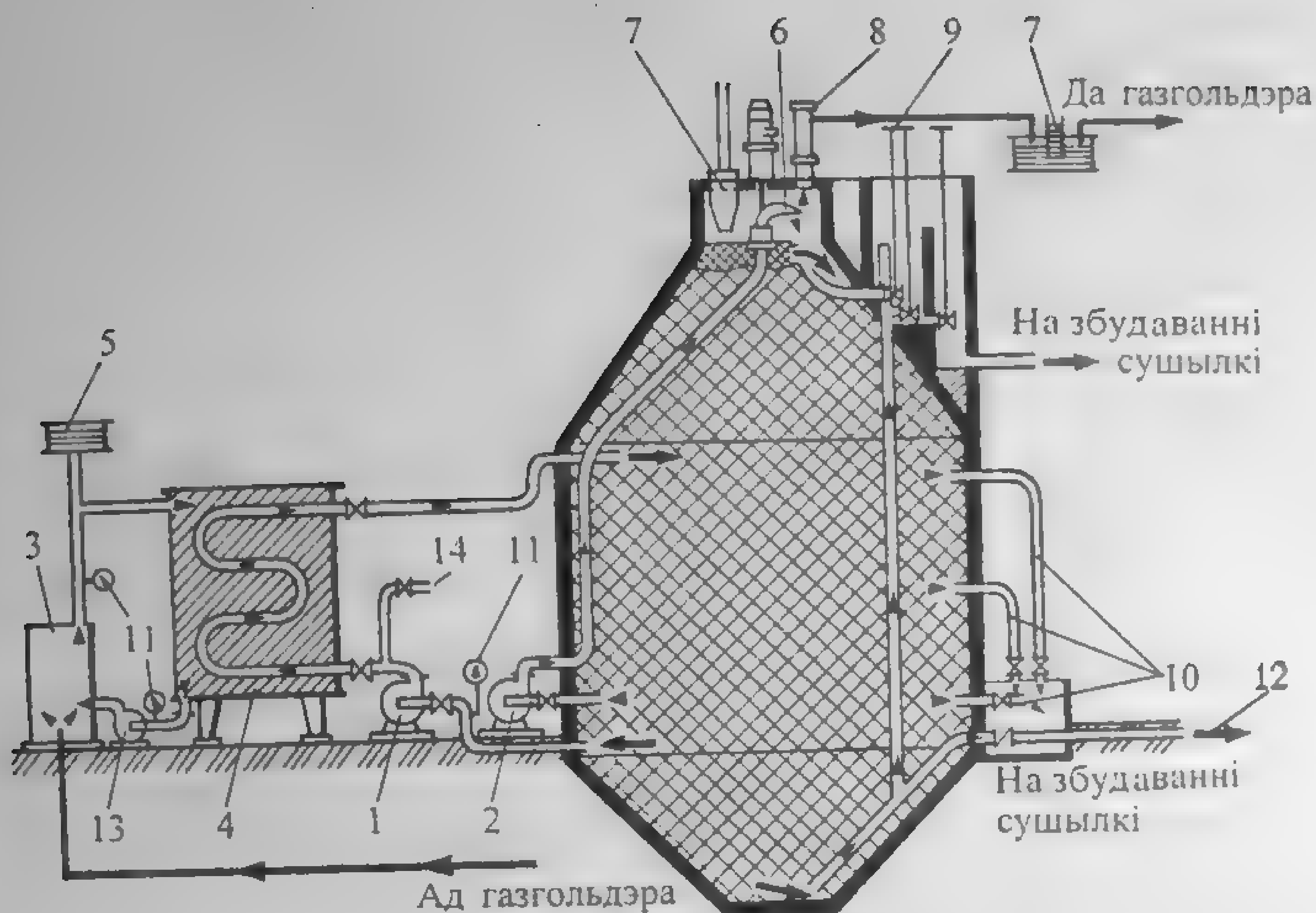
Самай складанай праблемай аэробнага працэсу біялагічнай ачысткі сцёкавых вод з'яўляецца праблема утылізацыі лішкавай біямасы актыўнага ілу. Пасля другаснага адстойніка актыўны іл адводзіцца ў выглядзе суспензіі, якая ўтрымлівае толькі 0,5—0,7% сухога рэчыва. Пасля дадатковага ўшчыльнення гэта канцэнтрацыя можа павялічыцца да 3,0—3,5%. Далейшае павелічэнне канцэнтрацыі звязана са значнымі складанасцямі, аб чым будзе сказана ніжэй. Акрамя таго, лішкавая біямаса актыўнага ілу, асабліва які ўтвараецца пры ачыстцы гарадскіх сцёкавых вод, можа ўтрымліваць таксічныя і ядавітыя рэчывы, такія як цяжкія металы і інш. Гэта часта робіць немагчымай перапрацоўку і утылізацыю лішкавага актыўнага ілу, а праб-

лемы з выдаленнем вады пагаршаюць умовы яго абясшкоджвання ці ліквідацыі.

Анаэробныя працэсы ў практыцы біялагічнай ачысткі сцёкавых вод пакуль што знаходзяць абмежаванае прымяненне, што звязана з недастатковым вопытам эксплуатацыі адпаведнага абсталявання, цяжкасцямі будаўніцтва. Біяхімія і мікрабіялогія анаэробных працэсаў складаней, чым аэробных, і да нашага часу няма поўнай інфармацыі адносна ролі і ступені ўдзелу ў іх розных груп мікраарганізмаў, паслядоўнасці біяхімічных рэакцый, уплыву на іх шэрагу фактараў. Але ў апошні час назіраецца значны інтарэс да анаэробных метадаў апрацоўкі як сцёкавых вод, так і другіх адходаў. Анаэробная апрацоўка з'яўляецца адным з самых магутных сродкаў мікробнай дэструкцыі, вядомых у прыродзе. У гэтым працэсе складаныя арганічныя малекулы ператвараюцца галоўным чынам у метан, вуглякіслы газ і інш. (біягаз). Пры аптымальных умовах выхад біягазу можа складаць да 90—95% ад колькасці разложанага арганічнага рэчыва. Астатнія 5—10% ідуць на павелічэнне біямасы мікраарганізмаў. Ступень распаду арганічнага рэчыва можа складаць да 80—85%.

Значны інтарэс да анаэробных метадаў тлумачыцца не ў апошнюю чаргу пошукам альтэрнатыўных узнаўляемых крыніц энергіі, у якасці якой можа разглядацца біягаз. Анаэробныя працэсы часта называюць анаэробным зброджваннем, метанавым зброджваннем.

Асноўным відам абсталявання для правядзення анаэробных працэсаў апрацоўкі асадкаў з'яўляюцца метантэнкі (мал. 11.17), якія прадстаўляюць сабой жалезабетонныя ці стальныя вертыкальныя рэзервуары, часцей за ўсё цыліндрычнай формы. Рэзервуары забяспечваюцца сістэмамі абагрэву, перамешвання, адвядзення, збору і утылізацыі біягазу. Сістэма абагрэву забяспечвае падтрыманне зададзенага тэмпературнага рэжыму. Сістэма перамешвання выраўнівае канцэнтрацыю па ўсяму аб'ёму апарата і ў прыведзеным прыкладзе выкарыстоўваецца для гашэння пены. Метантэнкі маюць значны аб'ём, які можа дасягаць 10 000 м^3 і больш. Для збору біягазу выкарыстоўваюць газгольдэры, у якія газ паступае праз газаразмеркавальны пункт, дзе мае месца выдзяленне вільгаці і збор кандэнсату.



Мал. 11.17. Схема метантэнка:
1 — цыркуляцыйная помпа для награваемага асадку; *2* — помпа падачы асадку для разбівання пены; *3* — водападагравальнік; *4* — цеплаабменнік; *5* — расшыральны бачок; *6* — прыстасаванне для разбівання пены; *7* — засцерагальны клапан; *8* — адвод газу; *9* — выдаленне пены; *10* — трубаправод адбора проб; *11* — тэрмометр; *12* — выгрузка асадку; *13* — цыркуляцыйная помпа гарачай вады; *14* — загрузка асадку.

Для анаэробнай апрацоўкі сцёкавых вод у апошні час распрацаваны шэраг канструкцый апаратаў, якія ў значнай ступені падобны на аэробныя рэактары. Гэта анаэробныя біяфільтры, рэактары з рухомым слоем насадкі і г.д. Нагрузка па арганічных рэчывах для анаэробных апаратаў можа складаць да 40 кг ХПК на 1 м^3 апарата ў суткі. Гэта больш чым у 10 разоў перавышае такі ж паказчык для аэробных апаратаў.

Як ужо адзначалася, анаэробная апрацоўка не забяспечвае глыбокай ачысткі сцёкавых вод, таму яе выкарыстанне можа быць мэтазгодным разам з аэробным акісленнем. Такая сістэма ачысткі грунтуецца на здольнасці анаэробнай супольнасці мікраарганізмаў разбураць складаныя арганічныя рэчывы да кіслот, спіртоў, альдэгідаў і інш., якія мікраарганізмамі-аэробамі ў далейшым поўнасцю акісляюцца.

Вельмі перспектыўным бачыцца выкарыстанне анаэробнай і анаэробна-аэробнай апрацоўкі для абясшко-

джвання сцёкавых вод буйных жывёлаводчых комплексаў. Праблема іх ўздзеяння на навакольнае асяроддзе дастаткова востра стаіць у рэспубліцы. Анаэробная апрацоўка гэтых сцёкаў дасць магчымасць атрымаць біягаз, які поўнасцю забяспечыць энергетычныя патрэбы самой установкі. Каля 30—40% атрыманага біягазу можа выкарыстоўвацца на іншыя патрэбы. Значная працягласць працэсу і павышаная тэмпература даюць магчымасць дасягнуць практычна поўнага абеззаражвання апрацоўваемай вадкасці ці асадку. Цвёрды астатак пасля анаэробнай апрацоўкі гэтых вод з'яўляецца выдатным арганічным угнаеннем.

Акрамя біялагічнай ачысткі ў штучных умовах дастаткова шырока, асабліва для гаспадарча-бытавых сцёкавых вод, выкарыстоўваецца ачыстка ў натуральных (прыродных) умовах. Асаблівасцю такой ачысткі з'яўляецца выкарыстанне натуральнай супольнасці мікраарганізмаў, якая існуе ў глебе ці ў непраточным вадаёме. Адрозніваюць два асноўныя віды біялагічнай ачысткі ў натуральных умовах: глебавая ачыстка і ачыстка ў біялагічных сажалках.

Глебавая ачыстка ў асноўным падыходзіць для ачысткі гаспадарча-бытавых і некаторых прамысловых сцёкавых вод, напрыклад сцёкаў крухмальных, дрожджавых заводаў, мясакамбінатаў і інш. Магчымасць прымянення глебавых метадаў ачысткі вызначаецца з улікам глебава-кліматычных умоў, саставу сцёкаў, рэльефу мясцовасці і інш. Ачыстка сцёкаў у глебе забяспечваецца мікраарганізмамі, колькасць якіх у 1 г глебы перавышае сотні мільёнаў. У глебе адсутнічаюць належныя ўмовы для развіцця патагенных мікраарганізмаў, таму яна забяспечвае эфектыўнае абеззаражванне сцёкаў.

Асноўнымі збудаваннямі глебавай ачысткі сцёкаў з'яўляюцца палі арашэння і палі фільтрацыі. У адрозненне ад палёў фільтрацыі, якія прымяняюцца толькі для мэт ачысткі сцёкаў, палі арашэння могуць выкарыстоўвацца для вырошчвання шэрагу сельскагаспадарчых культур. Як палі фільтрацыі, так і палі арашэння могуць быць наземнымі і падземнымі (падглебавымі). Наземныя сістэмы прадугледжваюць падачу сцёкаў на паверхню глебы, падземныя — на глыбіню 20—30 см. Лічыцца,

што падглебавае арашэнне ў найбольшай ступені задавальняе эпідэміялагічным, санітарна-тэхнічным і іншым патрабаванням. Буйныя сістэмы глебавай ачысткі абсталёўваюцца сістэмамі выдалення завіслых рэчываў перад падачай сцёкаў на палі. Вада з палёў адводзіцца праз дрэнажную сістэму.

У нашых кліматычных умовах значным недахопам разглядаемых сістэм ачысткі з'яўляецца іх сезоннасць. Зімой ні аб якім арашэнні не можа быць і гаворкі. Ды і палі фільтрацыі у гэты перыяд года практычна не працуюць на ачыстку.

Біялагічныя сажалкі — гэта штучныя ці натуральныя вадаёмы, якія выкарыстоўваюцца для ачысткі сцёкавых вод пад уздзеяннем прыродных працэсаў самаачышчэння. Яны прымяняюцца як самастойныя збудаванні для ачысткі, а часцей — для даачысткі біялагічна ачышчаных сцёкавых вод. Перавагай такога метаду ачысткі з'яўляюцца нізкія капітальныя і эксплуатацыйныя затраты, дастаткова высокая ступень ачысткі і абеззаражвання. Недахопы абумоўлены залежнасцю эфектыўнасці ачысткі ад кліматычных умоў, неабходнасцю перыядычнай чысткі значнай плошчы і інш.

У біялагічных сажалках мае месца поўны прыродны цыкл разбурэння арганічных злучэнняў. Сажалкі ў асноўным працуюць у аэробных умовах, але могуць эксплуатавацца папераменна ў аэробна-анаэробных рэжымах. Пры рабоце ў аэробным рэжыме пажадана не дапускаць развіцця анаэробных працэсаў, так як у гэтым выпадку ўзнікае праблема забруджвання паветра непрыемна пахнучымі рэчывамі. Аэробныя ўмовы ў сажалцы могуць падтрымлівацца за лік натуральнага паступлення кіслароду з паветра і фотасінтэза ці за лік падачы паветра сістэмай аэрацыі.

Канструіруюцца сажалкі ў выглядзе некалькіх (ад 2 да 5) паслядоўна працуючых секцый, апошняя з каторых пры штучнай аэрацыі іграе ролю адстойніка. Біялагічныя сажалкі дазваляюць знізіць БПК сцёкавых вод з 15—20 да 4—6 мг O_2/л.

У апошні час для павышэння эфектыўнасці работы біялагічных сажалак выкарыстоўваюць вышэйшыя водныя расліны, якія размяшчаюцца паміж секцыямі

ці на спецыяльных плаваючых канструкцыях. Расліны выконваюць ролю фільтраў, якія дазваляюць знізіць утрыманне ў вадзе не толькі арганічных злучэнняў, але і цяжкіх металаў.

11.7. АПРАЦОЎКА, УТЫЛІЗАЦЫЯ І АБЯСШКОДЖВАННЕ АСАДКАЎ СЦЁКАВЫХ ВОД

Асноўныя працэсы ачысткі сцёкавых вод, як ужо адзначалася, суправаджаюцца ўзнікненнем асадкаў, у якія забруджвальнік выдзяляецца ў канцэнтраваным выглядзе нязменным ці прыцярпеўшым фізіка-хімічныя альбо біяхімічныя пераўтварэнні. Апрацоўка асадкаў для наступнай перапрацоўкі, утылізацыі ці пахавання з'яўляецца неад'емнай часткай агульнай сістэмы ачысткі.

Пры сумеснай ачыстцы бытавых і прамысловых сцёкавых вод аб'ём утвараемых асадкаў звычайна не перавышае 0,5—2,0% ад аб'ёму ачышчаемай вады. Пры ачыстцы прамысловых сцёкавых вод, асабліва пры выкарыстанні рэагентаў для выдзялення рэчываў з раствору, аб'ём асадку складае да 40%. Праблема асадкаў найбольш складаная, а тэхналогія апрацоўкі найменш распрацавана. Мэта апрацоўкі — ператварыць (перавесці) асадак у бясшкодны прадукт ці такую форму, якая забяспечвала б яго эфектыўную перапрацоўку ці утылізацыю.

Састаў і ўласцівасці асадкаў вызначаюцца відам сцёкавых вод і прымяняемымі метадамі ачысткі. У практыцы апрацоўкі асадкі звычайна падзяляюць у залежнасці ад хімічнага складу на мінеральныя, арганічныя і ўтрымліваючыя арганічныя рэчывы у колькасці 10—60%; па водаўтрымліваючай здольнасці — на гідрафільныя і гідрафобныя, якія могуць быць як мінеральнымі, так і арганічнымі. У асобныя групы выдзяляюць маслаўтрымліваючыя і валакністыя асадкі. Асноўнымі паказчыкамі, характарызуючымі асадкі, з'яўляюцца: утрыманне сухога і бяззольнага рэчыва, элементны састаў (асабліва для арганічных асадкаў для вызначэння энергетычнай каштоўнасці ці магчымасці выкарыстання ў якасці ўгнаення), састаў воднай фазы асадку ці яго воднага экстракту і інш. Важнейшай уласцівасцю асадку з'яўляецца водаўтрымліваю-

чая здольнасць, якая характарызуе магчымасць выдалення з яго вады ў выніку механічнага абязвожвання ці сушкі.

Прымяняемыя метады апрацоўкі, іх выбар вызначаюцца канчатковым прызначэннем апрацаванага асадку. Найбольшыя цяжкасці вызывае апрацоўка і абясшкоджванне гідрафільных арганічных і неарганічных асадкаў, якія ўтрымліваюць таксічныя элементы і злучэнні, патагенныя мікраарганізмы. Да такіх асадкаў адносяцца лішкавы актыўны іл, шламы ад ачысткі сцёкавых вод гальванічных вытворчасцяў, асадкі станцый водападрыхтоўкі, якія выкарыстоўваюць каагулянты і флакулянты. Для такіх асадкаў апрацоўка ўключае мноства стадый, такіх як ушчыльненне, стабілізацыя, абязвожванне, сушка, спальванне, пахаванне.

Разгледзім працэс апрацоўкі і абясшкоджвання асадкаў на прыкладзе лішкавага актыўнага ілу, праблема якога асабліва востра стаіць у нашай рэспубліцы. Як ужо адзначалася, адводзіцца іл пры канцэнтрацыі сухога рэчыва 0,5—0,7%. Ушчыльненне дазваляе павысіць гэты паказчык да 3,0—3,5%. Акрамя адстойнікаў для ўшчыльнення можа выкарыстоўвацца флатацыя і ў некаторых выпадках цэнтрыфугіраванне і сепарацыя. Гэтыя метады дазваляюць некалькі павысіць канцэнтрацыю ілу, але без прымянення рэагентаў выкарыстоўваць гэтыя метады ўшчыльнення на першай ступені немэтазгодна.

Пад стабілізацыяй асадкаў разумеюць прадухіленне іх загнівання. Працэсы гніення, працякаючыя ў кіслым асяроддзі, суправаджаюцца выдзяленнем непрыемнага паху, утварэннем калоідных і мелкадысперсных часцінак. Стабілізацыя неабходна для арганічных асадкаў, утрымліваючых мікраарганізмы. Яна забяспечваецца цеплавой (пастэрызацыя), хімічнай апрацоўкай, анаэробным зброджваннем. Для стабілізацыі можа выкарыстоўвацца і іанізуючае выпраменьванне. Стабілізацыя можа суправаджацца скарачэннем аб'ёму, атрыманнем пабочных прадуктаў, частковым ці поўным абязвожваннем. Найбольш распаўсюджаным спосабам стабілізацыі актыўнага ілу з'яўляецца апрацоўка вапнай, што забяспечвае pH да 11—12 і значнае зніжэнне

ўтрымання гніласных бактэрый. Перспектыўным лічыцца выкарыстанне цеплавой апрацоўкі.

Адной з самых складаных задач у практыцы апрацоўкі асадкаў з'яўляецца іх абязвожванне. Асабліва гэта тычыцца гідрафільных асадкаў, такіх як лішкавы актыўны іл. Ад эфектыўнасці абязвожвання ў многім залежыць магчымасць рэалізацыі наступных аперацый апрацоўкі — сушкі, спальвання, пахавання. Найбольш эфектыўным спосабам абязвожвання з'яўляецца выдаленне вады на стужачных і барабанных фільтрах і фільтрах-прэсах, цэнтрыфугах з асадкаў, папярэдне апрацаваных каагулянтамі і флакулянтамі. Апошнія забяспечваюць павелічэнне скорасці абязвожвання ў сотні разоў пры расходах 0,1—0,8% ад сухой масы апрацоўваемага асадку.

Найбольш распаўсюджаным і старым спосабам абязвожвання з'яўляецца абязвожванне і падсушка асадкаў у натуральных умовах — на ілавых пляцоўках. Гэты метад прыгодны для абязвожвання добра стабілізаваных, не пахнучых асадкаў. Выдаленне вільгаці на гэтых збудаваннях адбываецца ў выніку ўшчыльнення асадку і выдалення вадкасці з паверхні; фільтрацыі вадкасці праз слой асадку і яе выдаленне з дапамогай дрэнажу; выпарвання са свабоднай паверхні асадку. Час знаходжання асадку на ілавай пляцоўцы для лішкавага актыўнага ілу складае некалькі месяцаў. Пасля абязвожвання да патрабуемай вільготнасці (не больш 80%) пляцоўка ачышчаецца і зноў выкарыстоўваецца для заліўкі новымі порцыямі асадку. Асадак падаецца на выкарыстанне ці абясшкоджванне. Час знаходжання асадку на ілавай пляцоўцы ў значнай ступені залежыць ад кліматычных умоў. Для ўмоў нашай рэспублікі іншы раз не ўдаецца дасягнуць абязвожвання і за некалькі гадоў. Таму ілавыя пляцоўкі ператвараюцца з месца абязвожвання ў месца пахавання асадкаў, што ні ў якім разе не дапушчальна. Плошчы, занятыя пад ілавымі пляцоўкамі ў рэспубліцы, складаюць сотні гектараў і пастаянна пашыраюцца. Гэта робіць рэальнай пагрозу забруджвання грунтавых і падземных вод, атмасферы.

Абязводжаны асадак прыгодны для транспарціроўкі і перапрацоўкі. Сушка асадкаў апраўдана толькі ў тых

выпадках, калі канечны прадукт можа быць утылізаваны, вернуты ў вытворчасць ці выкарыстаны ў якасці ўгнаення. Перад захаваннем на спецыялізаваных палігонах асадкі не сушаць. Аб пахаванні, як і аб спальванні адходаў, у тым ліку і асадкаў, мы будзем гаварыць у наступнай главе.

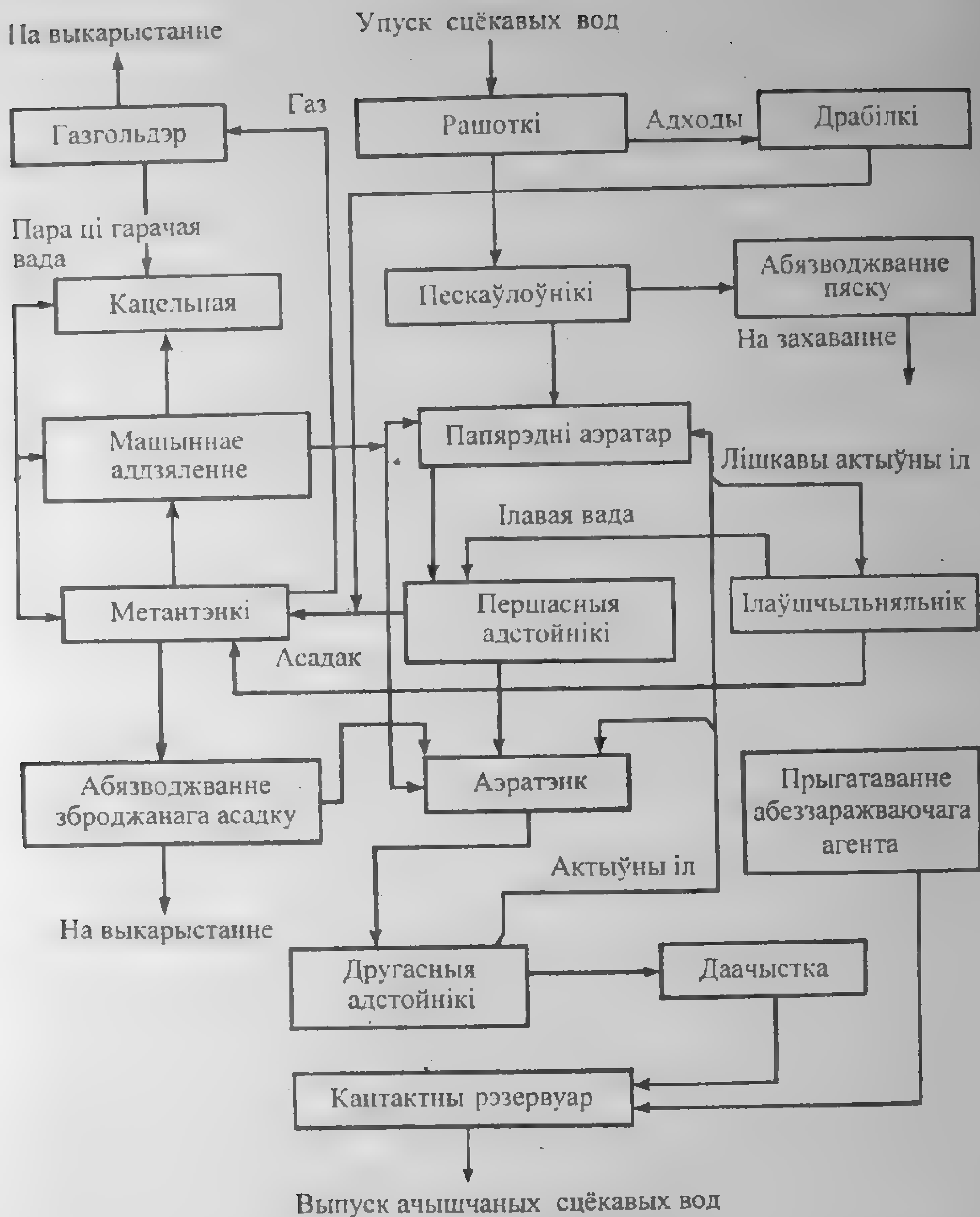
Выбар спосабу абясшкоджвання асадкаў залежыць ад саставу і ўласцівасцяў рэчываў, якія вызначаюць яго таксічнасць, шкоднасць для навакольнага асяроддзя. Галоўным напрамкам абясшкоджвання з'яўляецца перавод указаных рэчываў у іншыя нетаксічныя злучэнні, звязванне іх у выглядзе практычна нерастваральных і нелятучых злучэнняў. У многім спосабы абясшкоджвання сцёкавых вод і асадкаў падобны.

Напрамкі выкарыстання асадкаў таксама вызначаюцца іх складам. Так, лішкавы актыўны іл пры ўмове адсутнасці ці нязначнай канцэнтрацыі таксічных рэчываў з поспехам пасля абеззаражвання можа выкарыстоўвацца ў якасці ўгнаення, структураўтваральніка глебы і г.д. Гальванічныя шламы могуць служыць крыніцай атрымання некаторых каляровых металаў, пігментаў, каталізатараў і інш.

Для кожнага віду асадкаў часцей за ўсё распрацавана мноства спосабаў яго перапрацоўкі ці выкарыстання. Але многія з гэтых спосабаў ці звязаны са значнымі выдаткамі, ці патрабуюць выкарыстання складанага абсталявання, што робіць іх ажыццяўленне немэтазгодным з эканамічнага пункту гледжання. Асабліва гэта тычыцца малатанажных асадкаў. У такім выпадку ёсць неабходнасць перапрацоўкі асадкаў на спецыялізаваных палігонах.

11.8. СХЕМЫ АЧЫСТКІ СЦЁКАВЫХ ВОД ПРАДПРЫЕМСТВАЎ І НАСЕЛЕНЫХ ПУНКТАЎ

Гаворачы аб ачыстцы сцёкавых вод, мы адзначалі, што часцей за ўсё яна забяспечваецца цэлай ачышчальнай сістэмай, якая ўключае мноства асноўнага і дапаможнага абсталявання, рэгулюючыя і буферныя ёмістасці, прылады аўтаматычнага кантролю і рэгулявання і інш. Паслядоўнасць апрацоўкі сцёкаў і наменклатура выкарыстоўваемага абсталявання залежаць ад складу сцёкавых вод і неабходнай ступені ачысткі. Неабход-



Мал. 11.18. Схема ачысткі сцёкавых вод населенага пункта.

ную ступень ачысткі можна дасягнуць рознымі спосабамі, таму і склад ачышчальных збудаванняў можа быць розным. Асноўным крытэрыем выбару найлепшай сістэмы ачысткі з'яўляецца дасягненне жадаемага выніку найменшымі затратамі. На мал. 11.18 прыведзены варыянт схемы ачысткі сцёкавых вод горада з насельніцтвам 300 тыс. жыхароў. Яна прадугледжвае поўную біялагічную ачыстку сцёкавых вод з анаэробнай апрацоўкай лішкавага актыўнага ілу і асадку з першасных

адстойнікаў. Рашоткі і пескалоўкі забяспечваюць улоўліванне буйнагабарытных уключэнняў і мінеральных часцінак. Улоўленыя ўключэнні выдаляюцца з сістэмы (пясок) ці апрацоўваюцца на месцы пасля драблення. Ачышчаная вада абеззаражваецца і выпускаецца ў водапрыёмнік. Звычайна такая сістэма праектуецца такім чынам, каб па ўсіх збудаваннях вада ішла самацёкам. Помпамі перамяшчаюцца толькі асадкі і актыўны іл. Работу сістэмы аэрацыі забяспечвае паветранагнятальная станцыя, аснашчаная кампрэсарамі. Біягаз выкарыстоўваецца для атрымання цеплавой і электрычнай энергіі, якая спажываецца на месцы.

Для невялікіх населеных месцаў склад ачышчальных збудаванняў больш просты. Яны звычайна не маюць сістэмы апрацоўкі асадкаў і выкарыстоўваюць ілавыя пляцоўкі. Для біялагічнай ачысткі служаць цыркуляцыйныя аэрыруемыя каналы, біяфільтры, палі фільтрацыі. Перад біялагічнай ачысткай адстойванне можа не выконвацца. На такіх збудаваннях пажадана эксплуатаваць абсталяванне, сумяшчаючае некалькі функцый, напрыклад аэратэнка і адстойніка, а таксама кампактныя высокапрадукцыйныя ўстаноўкі (дыскавыя біяфільтры, біятэнкі і інш.). Схемы ачысткі сцёкавых вод прадпрыемстваў, як і сістэмы водаадвядзення, значна больш разнастайныя ў параўнанні з разгледжанымі.

Склад ачышчальных збудаванняў вызначаецца акрамя адзначаных фактараў водапрыёмнікам сцёкавых вод. Калі сцёкавыя воды прадпрыемства непасрэдна ў вадаём не скідваюцца, а падаюцца ў гарадскія каналізацыйныя сеткі, то звычайна схемы ачысткі прадугледжваюць такую апрацоўку сцёкаў, якая дазваляе ўлавіць каштоўныя кампаненты і абясшкодзіць таксічныя злучэнні. Глыбокая ачыстка такіх сцёкаў ідзе на гарадскіх ачышчальных збудаваннях у сумесі з гаспадарча-бытавымі. У выпадку скідвання сцёкаў непасрэдна ў вадаём яны павінны адпавядаць усім патрабаванням санітарных нарматываў. Таму і сістэма ачысткі можа быць больш складанай.

Глава 12. ПЕРАПРАЦОЎКА, УТЫЛІЗАЦЫЯ І АБЯСШКОДЖВАННЕ АДХОДАЎ ВЫТВОРЧАСЦІ І СПАЖЫВАННЯ

12.1. КРЫНІЦЫ І КЛАСІФІКАЦЫЯ АДХОДАЎ

Існуе мноства розных варыянтаў класіфікацый адходаў, якія грунтуюцца на іх агрэгатным стане, таксічнасці, крыніцах узнікнення, магчымасці перапрацоўкі. У кожным канкрэтным выпадку выгляд выкарыстоўваемай класіфікацыі адпавядае рашаемым праблемам: перапрацоўцы, складзіраванню, прадухіленню таксічнага дзеяння і інш. Асноўным фактарам, які ляжыць у аснове класіфікацыі, з'яўляецца ступень небяспечнасці адходаў для чалавека. Так, прамысловыя адходы дзеляцца на чатыры класы небяспечнасці: першы — выключна небяспечныя, другі — высоканебяспечныя, трэці — умерананебяспечныя, чацвёрты — маланебяспечныя. Прыналежнасць да канкрэтнага класа можна вызначыць, маючы інфармацыю аб саставе адходаў і ўзроўню таксічнасці рэчываў, уваходзячых у іх склад.

Па агрэгатным стане адходы падзяляюць на цвёрдыя, вадкія і газападобныя. Асобую групу складаюць адходы ў выглядзе патокаў энергіі (фізічных уздзеянняў) — энергетычныя, да якіх адносяць цяпло, шум, электрамагнітнае, радыеактыўнае выпраменьванне і інш. Па характару і ўмовах узнікнення адходы падзяляюць на бытавыя, прамысловыя і сельскагаспадарчыя. Адходы ўтвараюцца як у выніку функцыянавання вытворчасці, так і пры спажыванні прадуктаў вытворчасці. Першыя называюць адходамі вытворчасці, пад якімі разумеюць астаткі сыравіны, матэрыялаў, дапаможных прадуктаў, якія ўтварыліся пры атрыманні мэтавага вырабу, прадукту. Адходамі вытворчасці могуць быць матэрыялы, якія атрымліваюцца ў якасці пабочных прадуктаў. Другія адносяцца да адходаў спажывання і ўключаюць вырабы, матэрыялы, якія непрыгодныя для далейшага выкарыстання. Прамысловымі адходамі спажывання з'яўляюцца вырабы тэхнічнага прызначэння з пластмас, шкла, гумы і інш., зношанае абсталяванне, металалом і г.д. Бытавыя адходы спажывання — гэта зношаныя вырабы бытавога прызначэння (адзенне, абутак і інш.), выкарыстаныя вырабы (упакоўка, тара і інш.).

Па магчымасці выкарыстання ўсе адходы можна падзяліць на другасныя матэрыяльныя рэсурсы, якія перапрацоўваюцца ці ёсць спосаб іх перапрацоўкі, і на неўтылізуемыя адходы. Апошнія не маюць рэальных спосабаў перапрацоўкі ці іх перапрацоўка звязана са значнымі праблемамі, у тым ліку і з аховай навакольнага асяроддзя.

Пры распрацоўцы сістэмы перапрацоўкі і абясшкоджвання адходаў для канкрэтнага рэгіёна ці тэрыторыі ўлічваецца хімічны састаў, форма адходаў і магчымыя спосабы іх перапрацоўкі. Для кожнага рэгіёна можа быць распрацавана свая класіфікацыя, якая ўлічвае асаблівасці гаспадарчай дзейнасці на яго тэрыторыі.

Пачаўшы размову аб перапрацоўцы адходаў, мы не далі тлумачэння гэтаму паняццю. *Пад **перапрацоўкай** адходаў разумеюць сукупнасць тэхналагічных аперацый, у выніку якіх з адходаў атрымліваецца адзін ці некалькі відаў таварнай прадукцыі. **Утылізацыя** адходаў — больш шырокае паняцце, якое ўключае ўсе віды выкарыстання, у тым ліку ў якасці паліва, матэрыялу для закладкі кар'ераў* і г.д.

Абясшкоджванне адходаў — гэта тэхналагічны працэс ці аперацыі, у выніку якіх таксічныя рэчывы ператвараюцца ў нейтральныя, нетаксічныя і неразбураемыя злучэнні.

Разнастайнасць адходаў, якія адрозніваюцца па розных параметрах, значна ўскладняе іх утылізацыю і абясшкоджванне. Часта для кожнага віду адходаў неабходна распрацоўка арыгінальнага спосабу перапрацоўкі ці утылізацыі. Таму такія спосабы распрацаваны ў асноўным для буйнатанажных адходаў вытворчасці. Акрамя спецыялізаваных спосабаў перапрацоўкі, якія, па сутнасці, з'яўляюцца дастаткова складанымі тэхналагічнымі працэсамі, існуе шэраг універсальных метадаў утылізацыі і абясшкоджвання. Яны забяспечваюць апрацоўку цэлых груп адходаў з блізкімі ўласцівасцямі. Іх мы і разгледзім у першую чаргу.

12.2. ТЭРМІЧНЫЯ МЕТАДЫ АБЯСШКОДЖВАННЯ АДХОДАЎ

Тэрмічная апрацоўка з'яўляецца найбольш распаўсюджаным спосабам абясшкоджвання адходаў. На практыцы выкарыстоўваюцца два спосабы тэрмічнай

апрацоўкі — спальванне і піроліз. Натуральна, што такімі спосабамі мэтазгодна апрацоўваць адходы, якія ўтрымліваюць некаторую колькасць арганічных гаручых рэчываў. Пры іх дастатковай колькасці працэс можа ісці без спажывання паліва. Многія адходы разглядаюцца ў якасці нетрадыцыйнага паліва і могуць служыць сур'ёзнай крыніцай энергарэсурсаў.

Спальванню падвяргаюць прамысловыя адходы, утрымліваючыя арганічныя рэчывы (нафтапрадукты, растваральнікі, змазкі, фарбы і інш.), асадкі гарадскіх сцёкавых вод, цвёрдыя гарадскія адходы (бытавыя адходы, адходы прадпрыемстваў гандлю, устаноў і г.д.), сельскагаспадарчыя адходы, адходы драўніны і інш.

Спальванне праводзяць у топках і печах розных канструкцый. Печ злучае топку і утылізатар цяпла. Існуе шэраг канструкцый топак, якія забяспечваюць спальванне адходаў рознай формы і ўласцівасцяў. Найбольш распаўсюджаны факельна-слаявыя топкі. Патрабуемы час апрацоўкі і скорасць руху слоя адходаў вызначае канструкцыя каласніковай рашоткі. Адходы ў топцы праходзяць тры зоны: падрыхтоўкі адходаў да гарэння, гарэння і дапальвання. Паветра для гарэння падаецца пад каласнікі. Цвёрдыя астаткі ад спальвання — попел і шлак выдаляюцца сістэмай шлакавыдалення, якая забяспечвае ахалоджванне шлаку вадой і адвод на складзіраванне. Вадкія гаручыя адходы могуць уводзіцца ў печ праз фарсункі. Дымавыя газы аддаюць цяпло ў паравым катле і пасля ачысткі выкідваюцца ў атмасферу. Сістэме газаачысткі такіх установак надаецца асабліваe значэнне, так як з дымавымі газамі могуць выкідвацца і даволі таксічныя злучэнні хлору, фосфару, серы і інш. У гэтым выпадку печ для спальвання адходаў акрамя попелаўлаўліваючага абсталявання аснашчаецца мокрымі сістэмамі ачысткі.

Акрамя факельна-слаявых выкарыстоўваюцца барабанныя, мнагаподавыя печы, печы з кіпячым слоем, канструкцыі якіх разглядаюцца ў спецыяльнай літаратуры.

Калі пры спальванні адходаў арганічная частка ператвараецца ў ваду і вуглякіслы газ (пры адсутнасці у складзе N, CI, F, P, S і інш.), а мінеральная частка і частка неспаленага арганічнага рэчыва пераходзяць у

попел і шлак, то пры піролізе арганічная частка дае прадукты тэрмічнага разбурэння ў выглядзе газаў (CO, CO_2, H_2, CH_4 і інш.), вадкасці і вугляродзістага цвёрдага астатку. Прадукты піролізу ў сваю чаргу могуць выкарыстоўвацца ў якасці высокакаларыйнага паліва. Пры піролізе ідуць як дэструктыўныя працэсы, так і працэсы кандэнсацыі. Піроліз праводзяць пры награванні у інертным асяроддзі. У параўнанні са спальваннем працэс піролізу характарызуецца меншай колькасцю газаў, якія неабходна ачышчаць. Цвёрды астатак можна выкарыстоўваць у якасці другаснай сыравіны. Вядома больш за 50 працэсаў піролізу, якія адрозніваюцца канструктыўнымі рашэннямі, тэмпературай працэсу. Найлепшымі характарыстыкамі валодае высокатэмпературны піроліз (тэмпература больш за 800°С), які вызначаецца высокай скорасцю, адносна малымі цеплавымі стратамі, вялікім выхадам лятучых прадуктаў. Неабходная тэмпература ў апараце падтрымліваецца часцей за ўсё за лік спальвання часткі адходаў у ніжняй частцы апарата ці іншым спосабам (электрычная дуга і інш.).

Падобнай на піроліз з'яўляецца газіфікацыя, пры якой арганічная маса адходаў у выніку ўзаемадзеяння с газіфіцыруючымі кампанентамі ператвараецца ў газы, многія з якіх могуць выкарыстоўвацца ў якасці паліва.

Працэсы тэрмічнага абясшкоджвання прыводзяць да значнага скарачэння аб'ёму адходаў ці поўнай ліквідацыі. Яны дастаткова адпрацаваны, забяспечаны вялікай колькасцю ўстановак рознай прадукцыйнасці, таму найбольш распаўсюджаны.

12.3. БІЯТЭХНАЛАГІЧНЫЯ МЕТАДЫ АБЯСШКОДЖВАННЯ АДХОДАЎ

Біятэхналагічныя метады абясшкоджвання адходаў часцей за ўсё выкарыстоўваюцца для перапрацоўкі і утылізацыі цвёрдых адходаў, утрымліваючых у той ці іншай форме прыродныя палімеры — бялкі, цэлюлозу, геміцэлюлозу. Гэта цвёрдыя гарадскія адходы, сельскагаспадарчыя адходы, некаторыя асадкі сцёкавых вод і інш. Найбольш распаўсюджаным спосабам біятэхналагічнай апрацоўкі такіх адходаў з'яўляецца біякампаставанне.

Кампаставанне — гэта экзатэрмічны працэс біялагічнага акіслення, у якім арганічны субстрат падвяргаецца аэробнай біядэградацыі. У працэсе біядэградацыі арганічны субстрат ператвараецца ў стабільны гуміфіцыраваны прадукт, які прадстаўляе каштоўнасць як угнаенне ці як структураўтваральнік глебы. Асноўнымі параметрамі працэсу біякампаставання з'яўляюцца памеры адходаў, наяўнасць пажыўных рэчываў, вільготнасць, порыстасць кампоставых кучаў, аэрацыя і перамешванне. Працяканне працэсу біякампаставання забяспечваецца супольнасцю мікраарганізмаў, прасцейшых, водарасляў і інш. Толькі бактэрый, якія ўдзельнічаюць у працэсе, налічваецца больш 2000 відаў.

Біядэградацыя ў залежнасці ад умоў правядзення працэсу можа працякаць некалькі тыдняў ці некалькі месяцаў. У выніку дзейнасці мікраарганізмаў тэмпература ў аб'ёме адходаў можа павышацца да 70—80°С, што забяспечвае дастаткова эфектыўнае абеззаражванне. Пры змяненні тэмпературнага рэжыму змяняецца склад супольнасці мікраарганізмаў. Пры павышэнні тэмпературы адны віды гінуць, другія развіваюцца, і наадварот. Пасля праходжання асноўных біяхімічных працэсаў кампост астывае і выспявае. Выспяванне можа доўжыцца некалькі месяцаў. Пры гэтым праходзяць складаныя рэакцыі паміж астаткамі адходаў і бялковым рэчывам загінуўшых мікраарганізмаў.

Сучасныя сістэмы біякампаставання ўключаюць стадыі назапашвання адходаў, падрыхтоўкі да кампаставання, перапрацоўкі і выкарыстання канчатковага прадукту. Асноўнымі сістэмамі, якія знайшлі найбольшае распаўсюджанне, з'яўляюцца палявое кампаставанне і прамысловае біятэрмічнае абясшкоджванне ў спецыяльных устаноўках.

Палявое кампаставанне праводзяць на спецыяльных адкрытых пляцоўках, на якіх размешчаны кучы (бурты) даўжынёй 20—30 м, шырынёй унізе 3—4 м, вышынёй 1,5—2,0 м. Адходы ўкладваюць без ушчыльнення і для ізаляцыі зверху пакрываюць слоем зямлі, торфу ці гатовага кампосту. Ізаляцыя забяспечвае падтрыманне патрабуемага тэмпературнага рэжыму і вільготнасці ў аб'ёме кучы. Перыядычнае перамешванне садзейнічае аэрацыі і абеззаражванню ўсяго аб'ёму адходаў.

Пры кампаставанні губляецца да 30—40% арганічнага рэчыва адходаў у выглядзе вуглякіслага газу і вады. Састаў кампоста змяняецца у шырокіх межах і вызначаецца саставам адходаў. Кампост, сыравінай для якога паслужылі гарадскія адходы, утрымлівае менш пажыўных рэчываў, чым кампост з сельскагаспадарчых адходаў.

Прамысловае біятэрмічнае абясшкоджванне адрозніваецца тым, што першая (высокатэмпературная) стадыя кампаставання праводзіцца ў спецыяльных устаноўках — барабанах, вежах, камерах. Гэта дазваляе скараціць іх працягласць да 2—4 сутак. Выспяванне такога кампосту праводзяць таксама ў кучах. Перад падачай у кучы кампост сарціруюць, выдаляюць некампастуемыя ўключэнні.

Як бачна, кампаставанне параўнальна просты і дастаткова эфектыўны спосаб утылізацыі некаторых відаў адходаў. У апошні час ён пераживае сваё другое нараджэнне і вобласць яго прымянення пастаянна пашыраецца.

Параўнальна даўно вядомы метад бактэрыяльнага вышчалочвання, які выкарыстоўваецца для атрымання металаў з адходаў (адвалаў) горназдабываючай прамысловасці. Металы выдаляюцца з адходаў у выглядзе расолаў. У раствор яны пераходзяць дзякуючы мікраарганізмам, якія здольны акісляць серу і пераводзіць нераствараяльныя сульфіды металаў у растваральныя сульфаты. У ЗША, напрыклад, каля 15% медзі атрымліваюць у выніку бактэрыяльнага вышчалочвання адвалаў.

У апошні час даволі інтэнсіўна развіваецца метад перапрацоўкі цвёрдых адходаў з дапамогай спецыяльных чарвей, якія культывіруюцца на адходах. Гэты метад дазваляе атрымаць высакаякаснае ўгнаенне і біямасу, якая можа быць выкарыстана ў якасці кармавой дабаўкі.

12.4. АСНОЎНЫЯ НАПРАМКІ ПЕРАПРАЦОЎКІ І УТЫЛІЗАЦЫІ БУЙНАТАНАЖНЫХ АДХОДАЎ

У рэспубліцы штогод утвараецца каля 20 млн. т адходаў, у тым ліку каля 15 млн. т адходаў вытворчасці мінеральных угнаенняў. На прыкладзе гэтых вытворчасцей мы і разгледзім напрамкі рашэння праблемы.

21. Зак. 5043.

Найбольшая колькасць адходаў, каля 13 млн.т, прыходзіцца на вытворчае аб'яднанне "Беларуськалій". Асноўнае калійнае ўгнаенне — хлорысты калій атрымліваюць з мінералу сільвініту, які акрамя гэтага рэчыва ўтрымлівае хлорысты натрый і шэраг другіх злучэнняў. На 1 т таварнага KCl атрымліваюць 0,6 $м^3$ глініста-салявых шламаў з утрыманнем сухога рэчыва 0,32 т і 3—4 т галітавых адходаў.

Акрамя NaCI (85—90 %) яны ўтрымліваюць да 5% KCl, 1,1% $CaSO_4$, 0,1% $MgCl_2$, 0,1% Br_2 і іншыя прымесі. Галітавыя адходы і глініста-салявыя шламы складзіруюцца на паверхні зямлі. Солеадвалы і шламазахоўвальнікі займаюць плошчу каля 1000 га. Пакуль што ні галітавыя адходы, ні шламы не выкарыстоўваюцца, хаця вядома шэраг шляхоў іх перапрацоўкі, утылізацыі ці ліквідавання. Галітавыя адходы, якія ўтрымліваюць да 90% NaCI, могуць выкарыстоўвацца для вытворчасці соды, хлору, некаторых іншых прадуктаў. У рэспубліцы плануецца будаўніцтва завода па вытворчасці кальцыніраванай соды на базе галітавых адходаў ВА "Беларуськалій". Існуюць распрацоўкі па атрыманню з галітавых адходаў кармавой солі. Распрацавана схема комплекснай перапрацоўкі руды з атрыманнем KCI, NaCI і $MgCI_2$ у выглядзе таварных прадуктаў. Нязначныя колькасці галітавых адходаў могуць прымяняцца пры бурэнні нафтавых і газавых свідравін і г.д.

Радыкальным рашэннем праблемы можа быць арганізацыя падземнага вышчалочвання сільвініту, што на 30% змяншае ўтварэнне галітавых адходаў. Да 80% адходаў можа быць размешчана ў выпрацаваных калійных шахтах зваротнай закладкай. Але гэта вельмі дарагі працэс, які звязаны са значнымі затратамі.

Зменшыць шкодны ўплыў адходаў калійнай прамысловасці можа рэкультывацыя солеадвалаў, закачка шламаў у падземныя паглынаючыя гарызонты. Але ўсе гэтыя мерапрыемствы па розных прычынах не рэалізаваны на практыцы.

Другімі па колькасці з'яўляюцца адходы вытворчасці фосфарных угнаенняў на Гомельскім хімічным заводзе — каля 0,3 млн. т у год. Сыравінай для вытворчасці служаць апатытавыя і фасфарытавыя руды.

Асноўным відам неутылізуемых адходаў з'яўляецца фасфагіпс. Ён атрымліваецца пры вытворчасці фосфарнай кіслаты, якая ідзе на атрыманне канцэнтраваных фосфарных угнаенняў. Фасфагіпс утрымлівае да 94% $CaSO_4$, астатняе прыходзіцца на фасфаты, злучэнні фтору, стронцыю, арганічныя рэчывы. Прысутнасць злучэнняў фтору і фосфару з'яўляюцца асноўнай прычынай, стрымліваючай перапрацоўку фасфагіпсу. А магчымасцей з карысцю прымяніць гэты прадукт даволі многа. Так, ён можа пасля ачысткі ад згаданых злучэнняў перапрацоўвацца ў цэментнай прамысловасці, выступаць у якасці сыравіны для атрымання сернай кіслаты і цэменту адначасова. Распрацаваны і рэалізаваны схемы атрымання з фасфагіпсу сульфату амонію, высакаякаснага вяжучага.

У рэспубліцы штогод утвараецца значная колькасць гальванашламаў, аб якіх мы ўжо гаварылі. Пры наяўнасці розных варыянтаў перапрацоўкі, утылізацыі і абясшкоджвання праблема шламаў у рэспубліцы не вырашана. Большасць варыянтаў перапрацоўкі прадугледжвае звязванне цяжкіх металаў, якія прысутнічаюць у шламах, у выглядзе стабільных нераствaральных злучэнняў і фактычна вывад іх з абароту. Найбольш рацыянальным рашэннем гэтай праблемы з'яўляецца прадухіленне ўтварэння шламаў за лік выкарыстання замкнутых сістэм водаспажывання ў вытворчасці гальванапакрыццяў. Гэта дазваляе прадухіліць страты каштоўнай сыравіны і зменшыць аб'ёмы ці зусім ліквідаваць гальванашламы.

Што датычыць таксічных адходаў, якія ўтвараюцца ў невялікіх колькасцях на многіх прамысловых прадпрыемствах, то іх абясшкоджванне мэтазгодна праводзіць на спецыялізаваных прадпрыемствах, якіх на такую краіну, як Беларусь, патрэбна не больш 2—3. Цэнтралізаваная перапрацоўка прадухіляе рассейванне такіх адходаў у навакольным асяроддзі, стварае ўмовы для эфектыўнага выкарыстання прадуктаў іх перапрацоўкі ці абясшкоджвання.

12.5. ПЕРАПРАЦОЎКА ЦВЁРДЫХ БЫТАВЫХ АДХОДАЎ

У гарадах ці населеных пунктах, дзе гаспадарчая дзейнасць сканцэнтравана і на абмежаванай тэрыторыі знаходзіцца значная колькасць насельніцтва, утвара-

12.1. Склад ЦБА для розных кліматычных зон,% ад масы

Кампанент	Кліматычная зона		
	сярэдняя	паўднёвая	паўночная
Папера, кардон	25—35	20—28	21—24
Харчовыя адходы	30—38	35—45	28—36
Драўніна	1,5—3,0	1—2	2—4
Метал чорны	2,0—3,5	1,5—2,0	3,0—4,5
Каляровыя металы	0,2—0,3	0,2—0,3	0,2—0,3
Тэкстыль	4—7	4—7	5—7
Косці	0,5—2,0	1—2	2—4
Шкло	5—8	3—6	6—10
Скура, гума	2—4	1—3	3—7
Камні	1—3	1—2	1—2
Пластмасы	2—5	1,5—2,5	2—4
Іншае	1—2	1—2	1—3
Адсеў (менш 15 мм)	7—13	10—18	7—13

юцца вялікія аб'ёмы цвёрдых бытавых адходаў (ЦБА). Крыніцай паступлення ЦБА лічацца жылыя будынкі, а таксама ўстановы і прадпрыемствы грамадскага прызначэння (грамадскага харчавання, вучэбных устаноў, гасцініц і г.д.). Да ЦБА адносяць таксама адходы, збіраемыя (выдаляемыя) з вуліц і дваровых тэрыторый. У састаў ЦБА ўваходзіць мноства кампанентаў, від і колькасць якіх вызначаюцца месцазнаходжаннем населенага пункта, яго велічынёй, нават узроўнем эканамічнага развіцця краіны, дзе знаходзіцца населены пункт, культурнымі традыцыямі і інш. З цягам часу, а таксама ў залежнасці ад сезону састаў ЦБА мяняецца. Так, калі вясной утрыманне харчовых адходаў складае 20—25%, то ўвосень 40—45%. Зімой і ўвосень скарачаецца ўтрыманне вулічнага змёту (адсеву). Суадносіны паміж рознымі кампанентамі, уваходзячымі ў склад ЦБА, прыведзены ў табл. 12.1.

Істотна ўплывае на склад ЦБА арганізацыя збору ў горадзе макулатуры, харчовых адходаў, шклотары. Калі сістэма збору такіх адходаў не працуе, то ў ЦБА павялічваецца ўтрыманне паперы і палімерных матэрыялаў.

Вядома больш за 20 метадаў утылізацыі і абясшко-

джвання ЦБА. Па кожным метадзе маецца па 5—10 і больш тэхналогій, тэхналагічных схем, розных тыпаў збудаванняў. Найбольшае распаўсюджванне ў нас і ў замежжы атрымалі: складзіраванне на палігонах, спальванне і кампаставанне. У краінах СНГ у асноўным прымяняецца складзіраванне на палігонах (каля 96,7% ад усіх ЦБА). Спальваюць усяго каля 2% і падвяргаюць кампаставанню каля 1,3%.

Неабходнымі ўмовамі будаўніцтва завода па механізаванай перапрацоўцы ЦБА ў кампост з'яўляюцца: наяўнасць гарантаваных спажыўцоў кампосту; размяшчэнне завода каля мяжы горада на адлегласці не больш 15 км ад цэнтра збору ЦБА; колькасць абслугоўваемага насельніцтва больш 350 тыс. чал. У нашай краіне працуюць 2 заводы па перапрацоўцы ЦБА ў кампост — у Мінску і Магілёве. Акрамя атрымання кампосту ў працэсе перапрацоўкі ЦБА з іх выдаляюць чорныя і каляровыя металы.

Аптымальнымі ўмовамі будаўніцтва завода па спальванню ЦБА з утылізацыяй цеплавой энергіі з'яўляюцца: размяшчэнне завода ў раёне знаходжання буйных спажыўцоў цеплавой энергіі ці цеплатрасы і не далей чым на 7 км ад цэнтра збору ЦБА; магчымасць утылізацыі ці складзіравання шлака не далей чым на адлегласці 10 км; колькасць абслугоўваемага насельніцтва больш 350 тыс. чал. Трэба адзначыць, што ўстаноўкі па спальванню ЦБА павінны абсталёўвацца высокаэфектыўнымі сістэмамі пылагазаачысткі. Пры спальванні ЦБА магчымы выкіды ў атмасферу дыяксінаў.

Будаўніцтва палігонаў для складзіравання ЦБА апраўдана ў тым выпадку, калі маецца ў наяўнасці свабодны ўчастак з натуральным водатрывалым экранам (гліна, суглінкі); узровень грунтавых вод ніжэй 3 м ад паверхні пляцоўкі; маюцца ізаляцыйныя матэрыялы для пакрыцця ЦБА пры іх паслойнай укладцы; можна складзіраваць адходы на вышыню больш 20 м; размяшчэнне пляцоўкі для складзіравання на адлегласці не больш 15 км ад цэнтра збору ЦБА.

Складзіраванне ЦБА найбольш танны спосаб іх абясшкоджвання, які апраўданы, калі ў поўным аб'ёме выконваюцца санітарна-гігіенічныя патрабаванні па ахове атмасфернага паветра, глебы, грунтавых і паверхневых

вод. Сумесна з ЦБА могуць складзіравацца прамысловыя адходы чацвёртага класа таксічнасці. Для складзіравання больш шкодных прамысловых адходаў неабходна выкананне шэрагу патрабаванняў па саставу фільтрату, пажара- і выбуховабяспечнасці, вільготнасці і г.д. У нашай краіне эксплуатуецца больш за 160 палігонаў ЦБА і каля 80 накапляльнікаў прамысловых адходаў.

У наш час палігоны для складзіравання ЦБА разглядаюцца ў якасці магутных біярэактараў. Пры выкананні патрабаванняў па саставу адходаў, складзіруемых на палігоне, і ўмовах гэтага складзіравання (паслойная ўкладка, выкарыстанне ізаляцыйных матэрыялаў) адпрацаваны палігон з'яўляецца крыніцай біягазу. Адпрацаваны палігон многа гадоў не прыгодны для вядзення гаспадарчай дзейнасці. Уздзеянне на навакольнае асяроддзе такога аб'екта таксама доўжыцца многія гады пасля яго закрыцця. Пасля рэкультывацыі і азелянення ён можа выкарыстоўвацца ў рэкрэацыйных мэтах.

12.6. ПАЛІГОНЫ ДЛЯ АБЯСШКОДЖВАННЯ НЕУТЫЛІЗУЕМЫХ АДХОДАЎ

Утылізацыя і абясшкоджванне таксічных прамысловых адходаў з'яўляецца найбольш складанай і не да канца вырашанай праблемай. Асабліва гэта тычыцца адходаў, якія ўтвараюцца ў невялікай колькасці на многіх прадпрыемствах. Не выклікае сумнення, што гэтыя адходы з выкарыстаннем усіх магчымых самых сучасных метадаў павінны быць перапрацаваны, абясшкоджаны ці ізаляваны на спецыялізаваных палігонах. Зразумела, што размяшчэнне аб'екта па абясшкоджванню ці пахаванню таксічных і ядавітых адходаў не выклікае энтузіязму ў насельніцтва раёна, вобласці, дзе ён размешчаны ці плануецца яго размясціць. Але значна больш сур'ёзныя і ў многім непрадказальныя вынікі дае ці можа даць адсутнасць такога аб'екта. Гэта вядзе да пападання такіх адходаў у рэкі праз ачышчальныя збудаванні; забруджвання глебы ў выніку некантралюемага іх вывазу ў лясы, ямы, кар'еры і г.д.; перагрузкі палігонаў ЦБА, тармажэння біялагічных працэсаў у іх і забруджвання грунтавых вод.

Вопыт прамыслова развітых краін сведчыць, што для невялікіх па тэрыторыі дзяржаў мэтазгодна мець адно ці некалькі прадпрыемстваў (палігонаў) па абясшкоджванню неутылізуемых адходаў, работа якіх забяспечваецца наладжанай сістэмай іх збору і транспарціроўкі.

Абавязковай умовай з'яўляецца наяўнасць сістэмы маніторынгу за станам навакольнага асяроддзя вакол палігона ў радыусе не менш 3 км.

Абясшкоджванню на палігонах належаць адходы, для якіх не распрацаваны метады утылізацыі. На палігоны не прымаюцца радыеактыўныя адходы, нафтапрадукты, якія можна рэгенерыраваць, драўнінныя адходы, будаўнічыя адходы і інш.

Эфектыўнасць тэхнічных рашэнняў, выкарыстоўваемых на такіх палігонах, можа характарызавацца аднонай колькасцю адходаў, якія належыць складзіраваць. Такі палігон размяшчаюць у спецыяльна выбраных месцах — добра праветрываемых, незатапляемых, з грунтамі, якія слаба фільтруюцца. Месцы складзіравання абавязкова павінны мець супрацьфільтрацыйныя экраны, якія фарміруюць з выкарыстаннем натуральных водатрывалых матэрыялаў (гліна), а таксама палімерных плёнак, латэксных пакрыццяў і г.д.

Склад абсталявання і выкарыстоўваемыя тэхналогіі залежаць ад колькасці і асартыменту абясшкоджваемых адходаў. Усе адходы могуць пастугаць падзеленымі на пяць-шэсць ці больш груп, напрыклад, вадкія гаручыя адходы нафтапрадуктаў (масла і інш.); растваральнікі; галагенутрымліваючыя вадкасці; цвёрдыя гаручыя адходы; асадкі нафтаўтрымліваючых сцёкавых вод; адходы лакафарбавых матэрыялаў; гальванашламы і г.д.

Асноўны метад абясшкоджвання адходаў — тэрмічны. Перад спальваннем некаторыя віды адходаў праходзяць сепарацыю, дзе яны раздзяляюцца на фракцыі, некаторыя з якіх могуць выкарыстоўвацца ў якасці кандыцыйных матэрыялаў. Звычайна прадугледжваюць дзве лініі тэрмічнага абясшкоджвання: адна — для галагенутрымліваючых вадкасцей, другая — для ўсіх астатніх адходаў. Гэта звязана з неабходнасцю прымя-

нення розных метадаў ачысткі адыходзячых газаў. Асноўным палівам для работы ўстановак тэрмічнага абясшкоджвання служаць адходы растваральнікаў, лёгкія фракцыі адходаў нафтапрадуктаў. Устаноўкі акрамя эфектыўных сістэм газаачысткі абсталяваны катламі-утылізатарамі, якія дазваляюць атрымліваць вадзяную пару ці другі цепланосьбіт. Часцей за ўсё дадатковага паліва на работу ўстановак не патрабуецца.

Тэрмічная апрацоўка выкарыстоўваецца для абясшкоджвання некаторых цвёрдых адходаў, у тым ліку і ў тары (бочках, скрынях). Работа сістэмы арганізавана такім чынам, што поўнасцю прадухіляецца кантакт абслугоўваючага персаналу з адходамі з моманту іх паступлення да поўнага абясшкоджвання.

У выніку тэрмічнага абясшкоджвання ўтвараецца шлак і попел, якія складзіруюцца на спецыяльных пляцоўках, а затым выкарыстоўваюцца пры выкананні адпаведных умоў у вытворчасці .

Неарганічныя адходы — кіслоты, шчолачы, растворы цыянідаў, храматаў, гальванічныя шламы — апрацоўваюцца з выкарыстаннем прыёмаў, апісаных у главе 11. У выніку фізіка-хімічнай апрацоўкі таксічныя і ядавітыя злучэнні ператвараюцца ў нерастваральныя і нетаксічныя прадукты, якія пасля абязвожвання складзіруюцца на пляцоўцы з водатрывалым пакрыццём.

Такім чынам, эксплуатацыя такой сістэмы практычна поўнасцю выключае працэс пахавання ці складзіравання адходаў, за выключэннем попелу, шлаку, гальванашламаў, якія па меры назапашвання вывозяцца на перапрацоўку ці утылізацыю.

12.7. АХОВА НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ АД ЗАБРУДЖВАННЯ ЭНЕРГЕТЫЧНЫМІ ВЫКІДАМІ

У раёнах інтэнсіўнай гаспадарчай дзейнасці ўсё большы ўплыў на агульны стан навакольнага асяроддзя, умовы жыццядзейнасці аказваюць энергетычныя выкіды, якія мяняюць фізічныя параметры асяроддзя. Да такіх выкідаў адносяцца шум, інфрагук, ультрафіялетавае, электрамагнітнае іанізуючае выпраменьванне, выкіды нагрэтых адыходзячых газаў, паветра і вады.

Шум з'яўляецца вынікам многіх працэсаў. У пер-

шую чаргу гэта вібрацыя паверхні машын (механічныя крыніцы), праходжанне газаў па каналах (газаходах) з высокай скорасцю, выхад газавага патоку з адтуліны (аэрадынамічныя) і г.д. Для шуму нарміруемымі параметрамі з'яўляюцца ўзроўні гуку і гукавога ціску, якія вымяраюцца ў дэцыбелах (дБ).

Асноўнымі мерапрыемствамі па зніжэнню ўзроўню шуму ў навакольным асяроддзі з'яўляюцца замена шумнага абсталявання, правільная арыентацыя крыніцы шуму, максімальнае аддаленне крыніцы шуму, выкарыстанне сродкаў гукапаглынання і гукаізаляцыі. Набор мерапрыемстваў па зніжэнню ўзроўню шуму залежыць ад характарыстыкі крыніцы шуму. Для аэрадынамічных крыніц шуму выкарыстоўваюць глушыцелі шуму, для механічных — вібраізаляцыю, вібрагашэнне і г.д.

Крыніцай электрамагнітнага выпраменьвання (ЭМВ) з'яўляюцца лініі электраперадач, радыё- і тэлевізійныя рэтранслятары і г.д. Асноўнымі нарміруемымі параметрамі для ЭМВ з'яўляюцца напружанасць поля (В/м) і шчыльнасць патоку энергіі (Вт/м^2). Асноўны спосаб абароны ад ЭМВ у навакольным асяроддзі — ахова адлегласцю. Для кожнай крыніцы ЭМВ устанаўліваецца САЗ, якая прадухіляе магчымае непажаданае ўздзеянне на чалавека.

Цеплавыя выкіды ў атмасферу і водныя аб'екты з прамысловых печаў, цеплаэнергетычных установак, сістэм ацяплення, вентыляцыі з'яўляюцца адным з масавых відаў адходаў. Гэтыя выкіды могуць аказваць непажаданы ўплыў на атмасферныя працэсы, клімат раёнаў. Яны часта з'яўляюцца следствам недастатковага тэхнічнага ўзроўню абсталявання, адсутнасць зацікаўленасці ў рацыянальным выкарыстанні энергетычных рэсурсаў. Для цеплавых выкідаў, якія характарызуюцца дастаткова высокай тэмпературай, праблема рашаецца проста — шляхам выкарыстання тыпавой ці спецыяльнай цеплаабменнай апаратуры. Для нізкатэмпературных (нізкапатэнцыяльных) цеплавых выкідаў такое рашэнне не падыходзіць — вельмі малая розніца ў тэмпературы паміж выкідамі і тым асяроддзем, якому перадаецца цяпло. Выкарыстаць нізкапатэнцыяльныя цеплавыя выкіды дазваляюць цеплавыя насосы. Яны забяспечваюць пераўт-

варэнне цеплавой энергіі з павышэннем тэмпературы. Перспектыўным лічыцца выкарыстанне нізкатэмпературных выкідаў для ацяплення парнікова-цяплічных гаспадарак, развядзенне рыбы і г.д.

Трэба мець на ўвазе, што выкарыстанне другасных энергарэсурсаў — гэта эканомія паліва, а эканомія паліва — гэта прадухіленне выкідаў у атмасферу ад цеплаэнергетычных установак, зніжэнне затрат на здабычу энерганосьбітаў і інш.

Глава 13. ЭКАНАМІЧНЫЯ АСНОВЫ ПРЫРОДАКАРЫСТАННЯ

13.1. ЭКАНАМІЧНАЯ АЦЭНКА ПРЫРОДНЫХ РЭСУРСАЎ

Прыродныя рэсурсы з'яўляюцца важнейшым фактарам развіцця грамадскай вытворчасці. Ад натуральных уласцівасцяў зямлі, глебы, асаблівасцяў клімату, чысціні паветра і г.д. у многім залежыць дабрабыт людзей, тэмпы росту вытворчасці. Прыродныя ўмовы, якія самі па сабе нічога не ствараюць, выкарыстоўваюцца грамадствам. І прыродныя рэсурсы і прыродныя ўмовы ў значнай ступені ўплываюць на затраты грамадскай працы, неабходныя для стварэння нацыянальнага багацця. Такі ўплыў адбіваецца на кошце прадукцыі і можа быць вымераны. Такім чынам могуць быць ацэнены і прыродныя рэсурсы, хаця самі па сабе яны цэннасці не маюць. Наяўнасць і даступнасць сыравіны і энерганосьбітаў зніжаюць вытворчыя выдаткі, патрабуюць меншых затратаў працы, чым ва ўмовах іх адсутнасці ці недахопу, нізкай якасці і дарагавізны.

Увядзенне ацэнкі рэсурсаў усіх відаў з'яўляецца магутным рычагом укаранення рэсурсазберажэння ў практыку гаспадарчай дзейнасці. Без платы за рэсурсы практычна немагчыма забяспечыць максімальную эфектыўнасць рэсурсазберажэння.

Маштабы рэсурсазберажэння можна павысіць шляхам увядзення сістэмы рэнтных плацяжоў, матэрыяльнага стымулявання рэсурсазберажэння, укаранення эканамічнага стымулявання за канчатковы вынік рэсурсазберажэння.

Пры каштарыснай ацэнцы матэрыяльных рэсурсаў неабходна ўлічваць мноства фактараў як эканаміч-

ных, так і тэхнічных, геаграфічных і інш. Напрыклад, на ацэнку мінеральных рэсурсаў аказваюць уплыў экалагічныя фактары, узнаўляемасць, замяняемасць, якасныя характарыстыкі рэсурсаў. Таму розныя віды мінеральных рэсурсаў павінны па-рознаму ацэньвацца. Найбольш дакладную ацэнку рэсурсаў можна зрабіць на аснове ўліку затрат на іх атрыманне і рэнты прыродных рэсурсаў (платы за карыстанне прыроднымі рэсурсамі).

13.2. НАРМАТЫВЫ ПЛАТЫ ЗА ВЫКІДЫ І ПРЫРОДАКАРЫСТАННЕ

Нарматывы платы за выкіды (скіды) забруджваючых рэчываў у навакольнае асяроддзе ў адпаведнасці з Законам Рэспублікі Беларусь "Аб падатку за карыстанне прыроднымі рэсурсамі" (экалагічны падатак) устанаўліваюцца Саветам Міністраў. Стаўкі падатку для выкідаў у атмасфернае паветра ўстанаўліваюцца ў залежнасці ад класа небяспечнасці забруджваючых рэчываў (гл. табл. 13.1).

Па рэчывах, для якіх не вызначаны класы небяспечнасці, стаўка падатку вызначаецца ў памеры 2200 тыс. руб. за тону выкідаў. Пры разліку сум падаткаў за выкіды, утвараемыя пры спальванні паліва для задавальнення цеплаэнергетычных патрэб насельніцтва, прымяняецца каэфіцыент 0,5. Падатак за выкіды ў атмасферу шкодных рэчываў аўтатранспартам бярэцца з прадпрыемстваў і другіх установу, маючых аўтатранспарт, акрамя ўладальнікаў асабістага транспарту, не займаючыхся прадпрымальніцкай дзейнасцю. Прыведзеныя стаўкі дзейнічаюць тады, калі выкіды забруджваючых рэчываў знаходзяцца ў межах установленых лімітаў. Пры іх перавышэнні стаўкі вызначаюцца ў залежнасці ад ступені гэтага перавышэння і могуць узрастаць у некалькі разоў.

Стаўкі падатку за скіды сцёкавых вод залежаць ад

13.1. Стаўкі падаткаў за выкіды забруджваючых рэчываў у атмасфернае паветра (1997), тыс. руб. за тону

	Класы бяспечнасці забруджваючых рэчываў			
	1	2	3	4
Стаўкі падатку	88 700	2660	880	440

13.2. Стаўкі падатку за выкіды забруджваючых рэчываў у вадаёмы

Узровень перавышэння, %	Стаўка падатку за выкід недастаткова ачышчаных сцёкавых вод, руб/м^3	
	у вадаёмы	у вадатокі (рэкі)
Да 20	1290	2200
Больш 20—50	4400	6620
Больш 50—100	910	1770
Больш 101	3020	5320

іх якасці, адпаведнасці ўстаноўленым нарматывам. Для нарматыўна-чыстых вод плата за скідванне ў вадаём складала 450 руб/м^3, у рэкі — 450 руб/м^3 (1997 г.), для неачышчаных — адпаведна 8800 і 5760 руб/м^3 . Пры скідванні недастаткова ачышчаных сцёкавых вод стаўка падатку ўстанаўліваецца ў залежнасці ад узроўню перавышэння нарматыўных паказчыкаў (табл. 13.2).

Акрамя таго, штогод устанаўліваюцца для абласцей ліміты выкідаў (скідаў) забруджваючых рэчываў у навакольнае асяроддзе, ліміты здабычы і стаўкі падатку на здабычу карысных выкапняў (па нафце, калійнай і каменнай солі).

Экалагічны падатак выконвае стымулюючую і кампенсуючую функцыі. Экалагічныя фонды, якія фарміруюцца за лік гэтых сродкаў, павінны выкарыстоўвацца для ўзнаўлення парушанага ў выніку гаспадарчай дзейнасці навакольнага асяроддзя, распрацоўкі і рэалізацыі прыродаахоўных мерапрыемстваў (кампенсуючая функцыя).

Стымулюючая функцыя экалагічных плацяжоў абумоўлена непасрэднай сувяззю фінансавага становішча прадпрыемства з іх аб'ёмам. Плацяжы ў межах даведзеных нарматываў ГДВ, ГДС і нарматываў размяшчэння адходаў адносяцца на сабекошт прадукцыі. Пры перавышэнні ўстаноўленых нарматываў плата за выкіды, скіды і адходы ўзрастае ў многа разоў (да 15) і выконваецца з прыбытку, што можа рэзка пагоршыць эканамічныя паказчыкі прадпрыемства ці нават прывесці да яго банкруцтва. Таму ў гаспадарчых аб'ектаў ёсць прамая зацікаўленасць у зніжэнні выкідаў і скідаў, рэсурсазберажэнні.

13.3. ВЫЗНАЧЭННЕ ЭКАНАМІЧНАЙ ЭФЕКТЫЎНАСЦІ ПРЫРОДААХОЎНЫХ МЕРАПРЫЕМСТВАЎ

Ахова навакольнага асяроддзя абумоўлівае правядзенне комплексу мерапрыемстваў па прадухіленню шкоднага ўздзеяння гаспадарчай дзейнасці на прыроду. Выбару і рэалізацыі любога прыродаахоўнага мерапрыемства папярэднічае эканамічнае абгрунтаванне, што дазваляе выбіраць найбольш эфектыўныя рашэнні, якія патрабуюць мінімальных выдаткаў. Для абгрунтавання прыродаахоўных мерапрыемстваў выкарыстоўваюць крытэрыі агульнай і параўнальнай эфектыўнасці, якія ўзаемна дапаўняюць адзін аднаго.

Паказчык агульнай эканамічнай эфектыўнасці экалагічных капіталаўкладанняў вызначаецца як розніца паміж сумарнай велічынёй прадухіленых страт і цякучымі затратамі на эксплуатацыю прыродаахоўных комплексаў, аднесеная да капітальных укладанняў. Прадухіленыя страты ўяўляюць сабой эфект прыродаахоўных мерапрыемстваў, абумоўлены паляпшэннем стану навакольнага асяроддзя. Важнае значэнне пры распрацоўцы доўгатэрміновых прагнозаў, праграм па ахове навакольнага асяроддзя, пры праектаванні прыродаахоўных мерапрыемстваў, выбары варыянтаў прыродаахоўных сістэм мае разлік параўнальнай эканамічнай эфектыўнасці капітальных укладанняў. Перавагу мае варыянт з найменшай велічынёй прыведзеных выдаткаў, якія складаюцца з сумы цякучых выдаткаў і капітальных укладанняў на ахову прыроды:

$$C + E_н \cdot K \rightarrow \min, \qquad (33)$$

дзе C — сума цякучых выдаткаў; K — капітальныя ўкладанні; $E_н$ — нарматыўны каэфіцыент капітальных укладанняў, які зараз прыняты 0,12.

Эканамічны вынік прыродаахоўных мерапрыемстваў бачыцца ў змяншэнні страт ад забруджвання навакольнага асяроддзя. Таму параўноўваемыя варыянты павінны быць практычна аднолькавымі па ступені зніжэння забруджвання навакольнага асяроддзя. Сацыяльны эфект ад прадухілення забруджвання навакольнага асяроддзя не мае формы кошту і праяўляецца ў зніжэнні захворванняў, паляпшэнні ўмоў працы і адпачынку і г.д.

Фактарам росту эканамічнай эфектыўнасці выдаткаў на ахову навакольнага асяроддзя з'яўляецца выкарыстанне перапрацоўкі і утылізацыі адходаў, якія выступаюць у якасці дадатковых крыніц сыравіны.

13.4. АЦЭНКА МАТЭРЫЯЛЬНАГА ЎРОНУ, ЯКІ НАНОСІЦЦА НЕРАЦЫЯНАЛЬНЫМ ВЫКАРЫСТАННЕМ СЫРАВІНЫ, ЗАЛПАВЫМІ ВЫКІДАМІ

Уздзеянне шкодных фактараў і забруджваючых рэчываў на навакольнае асяроддзе, вытворчыя і культурныя аб'екты можа быць ацэнена велічынёй матэрыяльнага ўрону.

Эканамічная ацэнка страт ад выкідаў у атмасферу забруджваючых рэчываў вызначаецца па формуле

$$У_a = \gamma_a \cdot \sigma_a \cdot f \cdot M_a, \qquad (34)$$

дзе $У_a$ — ацэнка страт, руб/год; γ_a — канстанта, якая характаразуе страты ад выкідаў умоўнай тоны забруджваючага рэчыва, руб/ум.т; σ_a — паказчык адноснай небяспечнасці забруджвання атмасфернага паветра над рознымі тэрыторыямі; f — папраўка, улічваючая характар рассейвання прымесі ў атмасферы; M_a — прыведзеная маса гадавога выкіду забруджваючых рэчываў з крыніцы, ум.т/год.

Папраўку вызначаюць у залежнасці ад скорасці асядання забруджваючых рэчываў. Для пылу значэнне папраўкі f роўна 20, для газавых прымесяў значэнне f вызначаецца па спецыяльных формулах. Паказчык адноснай небяспечнасці забруджвання можа змяняцца ад 0,05 (паша, сенакосы) да 10 (тэрыторыі курортаў, запаведнікаў, заказнікаў). Калі прымесі характарызуюцца рознымі значэннямі папраўкі f, то страты разлічваюцца для кожнага забруджвальніка.

Значэнне прыведзенай масы гадавога выкіду забруджваючых рэчываў у атмасферу з крыніцы вызначаецца па формуле

$$M_a = \sum_{i=1}^{N} A_i \cdot m_i, \qquad (35)$$

дзе m_i — маса гадавога выкіду прымесі i-га віду ў атмасферу, т/год; A_i — паказчык адноснай небяспечнасці прымесі i-га віду, ум.т/т.

Пры ацэнцы страт неабходна ўлічваць усе выкідваемыя ў атмасферу рэчывы.

Аналагічна ацэньваюць страты, якія могуць мець месца ў выніку скіда ў вадаём забруджваючых рэчываў. Выгляд выкарыстоўваемых формул аналагічны разгледжаным вышэй. Паказчык адноснай небяспечнасці вызначаецца ў залежнасці ад характарыстыкі водных аб'ектаў. Паказчык адноснай небяспечнасці скіду ў водныя аб'екты забруджваючага рэчыва вызначаецца па суадносінах:

$$A_i = 1 / ГДК_{в.а}, \quad (36)$$

дзе $ГДК_{в.а}$ — гранічна дапушчальная канцэнтрацыя і-га рэчыва ў вадзе воднага аб'екта.

Ацэнка эканамічных страт ад забруджвання навакольнага асяроддзя выконваецца як для ацэнкі затрат на ліквідацыю паследстваў аварыйных і залпавых выкідаў і рашэння пытання аб прыцягненні да адказнасці вінаватых, так і пры параўнанні затрат на прыродаахоўныя мерапрыемствы. Методыкі такіх разлікаў пастаянна ўдасканальваюцца.

Глава 14. ПРАВАВЫЯ І АРГАНІЗАЦЫЙНЫЯ ПЫТАННІ АХОВЫ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ

14.1. СІСТЭМА ЎПРАЎЛЕННЯ АХОВАЙ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ І ВЫКАРЫСТАННЕМ ПРЫРОДНЫХ РЭСУРСАЎ

Дзяржаўная палітыка ў вобласці аховы навакольнага асяроддзя і рацыянальнага прыродакарыстання вызначаецца вышэйшым заканадаўчым органам краіны — Парламентам (Нацыянальным сходам) і Прэзідэнтам Рэспублікі Беларусь. Функцыі дзяржаўнага кантролю і кіравання ў галіне аховы навакольнага асяроддзя і прыродакарыстання выконвае Савет Міністраў Рэспублікі Беларусь. У складзе Савета Міністраў галоўным выканаўчым органам, які ажыццяўляе дзяржаўны кантроль за выкананнем заканадаўства ў вобласці прыродакарыстання, распрацоўку прыродаахоўнай палітыкі, маніторынг прыроднага асяроддзя, улік і ацэнку прыродных рэсурсаў, экалагічную экспертызу, выдачу дазволаў на выкіды (скіды), размяшчэнне адходаў, інфармаванне насельніцтва аб стане навакольнага асяроддзя, кантроль за выкананнем міжнародных абавязацель-

стваў і міжнароднае супрацоўніцтва ў вобласці навакольнага асяроддзя з'яўляецца Міністэрства прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя. Падраздзяленнямі на месцах гэтага Міністэрства з'яўляюцца абласныя і Мінскі гарадскі камітэты прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя.

Некаторыя пытанні дзяржаўнага кантролю і рэгулявання аднесены да кампетэнцыі Міністэрства аховы здароўя, Міністэрства лясной гаспадаркі, некаторых дзяржаўных камітэтаў.

Узгадненне, каардынацыю навуковых работ, фарміраванне палітыкі ў галіне аховы навакольнага асяроддзя выконваюць Экалагічная камісія, Навуковы савет па праблемах біясферы Нацыянальнай Акадэміі Навук Рэспублікі Беларусь (НАН РБ), створаны ў 1992 г. Беларускі навукова-даследчы цэнтр "Экалогія". Навуковае забеспячэнне аховы прыроды і рацыянальнага выкарыстання прыродных рэсурсаў ажыццяўляюць інстытуты НАН РБ, навукова-даследчыя ўстановы другіх ведамстваў, вышэйшыя навучальныя ўстановы.

Даволі значную ролю ў агульнай сістэме ўпраўлення аховай навакольнага асяроддзя адыгрываюць грамадскія арганізацыі. У першую чаргу гэта роля выяўляецца ў фарміраванні экалагічнага ўсведамлення і экалагічна-кампетэнтных паводзін, пачуцця дачынення да жывой і нежывай прыроды у кожнага грамадзяніна дзяржавы. Роля грамадскіх прыродаахоўных арганізацый будзе ўзрастаць у сувязі са стварэннем рэальных магчымасцяў для іх ўдзелу ў прыняцці гаспадарчых рашэнняў праз экалагічную экспертызу, грамадскія слуханні з мэтай выяўлення экалагічных наступстваў рэалізацыі праектаў гаспадарчых аб'ектаў.

У рэспубліцы распрацавана і рэалізуецца Комплексная праграма аховы навакольнага асяроддзя да 2000 г. Гэтая праграма адлюстроўвае дзяржаўную палітыку ў галіне аховы навакольнага асяроддзя і рацыянальнага прыродакарыстання. Распрацавана і прынята Нацыянальная стратэгія па захаванню і ўстойліваму выкарыстанню біялагічнай разнастайнасці Рэспублікі Беларусь. Асноўнай мэтай гэтых праграм з'яўляецца ажыццяўленне комплексу мерапрыемстваў, напраўленых на аздараўленне экалагічнай абстаноўкі і ўмацаванне пры-

роднa-рэсурснага патэнцыялу рэспублікі, стварэнне ўмоў для забеспячэння ўстойлівага развіцця дзяржавы. Рэалізацыя гэтых мерапрыемстваў будзе садзейнічаць зніжэнню адмоўнага ўздзеяння гаспадарчай дзейнасці на навакольнае асяроддзе, рацыянальнаму выкарыстанню прыродных рэсурсаў.

14.2. ЗАКАНАДАЎСТВА ПА АХОВЕ ПРЫРОДЫ І РАЦЫЯНАЛЬНАМУ ВЫКАРЫСТАННЮ ПРЫРОДНЫХ РЭСУРСАЎ

У нашай рэспубліцы фарміруецца прававая база аховы навакольнага асяроддзя. Канстытуцыя Рэспублікі Беларусь ставіць справу аховы навакольнага асяроддзя ў лік прыярытэтных задач дзяржавы. Артыкул 45 Канстытуцыі гарантуе грамадзянам права на благапрыемнае навакольнае асяроддзе і пакрыццё ўрону, прычыненага парушэннем гэтага права.

Вышэйшым заканадаўчым органам Рэспублікі Беларусь прыняты шэраг законаў па пытаннях, звязаных з аховай навакольнага асяроддзя. Гэта аснаватворны ў справе аховы навакольнага асяроддзя Закон Рэспублікі Беларусь "Аб ахове навакольнага асяроддзя" і раскрываючыя яго законы "Аб адходах вытворчасці і спажывання", "Аб дзяржаўнай экалагічнай экспертызе", "Аб экалагічным падатку", "Аб асабліва ахоўваемых прыродных тэрыторыях і аб'ектах", "Аб ахове атмасфернага паветра", "Аб ахове і выкарыстанні жывёльнага свету" і інш. Яны ствараюць прававую базу практычна ўсім відам прыродаахоўнай дзейнасці.

Пры распрацоўцы заканадаўчай базы ў галіне прыродакарыстання і аховы навакольнага асяроддзя ўлічваюцца патрабаванні міжнародных пагадненняў, у якіх удзельнічае наша краіна. Гэта, напрыклад, "Канвенцыя аб трансмежавым забруджванні паветра на вялікія адлегласці"і пратаколы да яе аб абмежаванні выкідаў серы і аксідаў азоту і іх трансмежавых патокаў, "Манрэальскі пратакол па рэчывам, разбураючым азонавы слой", "Канвенцыя аб міжнародным гандлі відамі дзікай фауны і флоры, якія знаходзяцца пад пагрозай знікнення" і інш. Нашай краінай заключана шэраг пагадненняў з краінамі — удзельнікамі СНД, еўрапейскімі краінамі аб супрацоўніцтве ў галіне аховы навакольнага асяроддзя.

У нашай краіне ў адпаведнасці з Канстытуцыяй працягваюць дзейнічаць законы былога Савецкага Саюза і Беларускай ССР пры ўмове, калі яны не супярэчаць новаму заканадаўству.

14.3. АДКАЗНАСЦЬ ЗА ПАРУШЭННЕ ЗАКАНАДАЎСТВА Ў ГАЛІНЕ АХОВЫ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ

Адказнасць за экалагічныя правапарушэнні падраздзяляецца па дзеючаму заканадаўству на адміністрацыйную, грамадзянска-прававую ці матэрыяльную і крымінальную. Самастойным відам адказнасці з'яўляецца дысцыплінарная, якая прадугледжана нормамі працоўнага права. У вобласці прыродакарыстання найбольш распаўсюджанымі з'яўляюцца меры адміністрацыйнай адказнасці. Такая адказнасць прадугледжана Кодэксам РБ аб адміністрацыйных правапарушэннях. Часта адміністрацыйнае спагнанне з'яўляецца абавязковай папярэдняй умовай прыцягнення да крымінальнай адказнасці. Мерамі адміністрацыйнага спагнання з'яўляюцца: штраф, папраўчыя работы, канфіскацыя прадмета, які выкарыстоўваўся ў якасці прылады для здзяйснення правапарушэння і г.д. Найбольш часта прымяняемай мерай адміністрацыйнага спагнання з'яўляецца штраф.

Адміністрацыйная адказнасць прадугледжана за такія правапарушэнні, як парушэнне правілаў аховы водных рэсурсаў; выкід забруджваючых рэчываў з перавышэннем нарматываў ці без дазволу; выпуск у эксплуатацыю транспартных сродкаў з перавышэннем нарматываў утрымання забруджваючых рэчываў у выкідах і г.д. Да адміністрацыйнай адказнасці штогод прыцягваюцца тысячы чалавек.

Гаворачы аб грамадзянска-прававой ці матэрыяльнай адказнасці, трэба адзначыць, што ў асноўным мае месца другая частка — матэрыяльная адказнасць. Грамадзянін пакуль што не мае магчымасці звяртацца ў суд з заявай аб забароне дзейнасці таго ці іншага прадпрыемства, пакрыцці прычыненай яго здароўю шкоды і г.д.

Пакрыццё ўрону навакольнаму асяроддзю прадугледжана Грамадзянскім кодэксам Рэспублікі Беларусь. На практыцы гэта палажэнне прымяняецца даволі час-

та, асабліва ў адносінах да прадпрыемстваў і арганізацый. Прымяняецца гэты від адказнасці пасля таго, калі віноўнік добраахвотна не пакрыў страты. У гэтым выпадку спагнанне неабходных сродкаў праводзіцца праз гаспадарчыя суды.

Крымінальна-прававое праследаванне ў практыцы барацьбы з экалагічнымі правапарушэннямі ў нашай краіне практычна не прымяняецца. У міжнароднай практыцы гэта з'яўляецца нормай. У праекце Крымінальнага кодэксу ўводзіцца новы раздзел "Экалагічныя злачынствы". Экалагічнымі злачынствамі прызнаюцца наўмысныя і неасцярожныя грамадска-небяспечныя замахі, якія нанеслі ці могуць нанесці шкоду зямлі, водам, недрам, лясам, жывёльнаму і расліннаму свету, атмасферы і другім прыродным аб'ектам. Да такіх злачынстваў могуць быць аднесены: парушэнне правілаў экалагічнай бяспекі, прыём у эксплуатацыю экалагічна небяспечных аб'ектаў, непрыняцце мер па ліквідацыі наступстваў экалагічных парушэнняў і г.д.

Кантроль за выкананнем прыродаахоўнага заканадаўства ажыццяўляе прыродаахоўная пракуратура.

14.4. НАРМАТЫЎНЫЯ ДАКУМЕНТЫ ПА АХОВЕ НАВАКОЛЬНАГА АСЯРОДДЗЯ

Дакладнае і бесперабойнае функцыяніраванне шматпланавага механізму прыродакарыстання і ахова навакольнага асяроддзя немагчыма без эфектыўнага нарматыўна-прававога рэгулявання, навукова абгрунтаваных стандартаў, норм і правілаў, падзаконных і ведамасных актаў. Нарматыўна-прававыя акты ўстанаўліваюць парадак прадстаўлення зямельных участкаў у маёмасць, пастаяннае ці часовае іх выкарыстанне, пакрыццё нанесенага ўрону навакольнаму асяроддзю і інш. Аб некаторых з гэтых дакументаў мы ўжо ўпаміналі ў главе 9. У Рэспубліцы Беларусь разам са стварэннем заканадаўчай базы ідзе распрацоўка нарматыўнай базы па ахове навакольнага асяроддзя.

Асноўнымі нарматыўнымі дакументамі, рэгламентуючымі дзейнасць па ахове навакольнага асяроддзя, з'яўляюцца пастановы Савета Міністраў, стандарты, будаўнічыя нормы і правілы, санітарныя правілы і нормы, інструкцыі, метадычныя ўказанні, метадычныя рэкамендацыі і некаторыя іншыя. У якасці нарматыўных

дакументаў могуць выступаць загады некаторых міністэрстваў і ведамстваў.

Асноўныя напрамкі, па якіх распрацоўваюцца нарматыўныя дакументы, тычацца эканомікі і арганізацыі прыродакарыстання, экалагічнай экспертызы, выкарыстання і аховы атмасфернага паветра, вод, зямельных і лясных угоддзяў, недраў, жывёльнага свету, маніторынгу навакольнага асяроддзя, запаведнай справы, біялагічнай разнастайнасці і інш.

Як ўжо адзначалася, гэтыя нарматыўныя дакументы з'яўляюцца асновай да выканання праектных работ, экспертызы праектаў і дзеючых аб'ектаў, арганізацыі гаспадарчай дзейнасці з улікам патрабаванняў прыродаахоўнага заканадаўства. Кожны спецыяліст, працуючы ў канкрэтнай галіне, кіруецца адпаведнымі нарматыўнымі дакументамі. Для прыкладу прывядзём некалькі нарматыўных дакументаў, якія выкарыстоўваюцца пры праектаванні і экалагічнай экспертызе.

БНіП 1.02.01-85. Інструкцыя аб саставе, парадку распрацоўкі, узгаднення і зацвярджэння праектнакаштарыснай дакументацыі на будаўніцтва прадпрыемстваў.

Санітарныя нормы (СН) 245-71. Санітарныя нормы праектавання прамысловых прадпрыемстваў.

СанПіН 4630-88. Санітарныя правілы і нормы аховы паверхневых вод ад забруджвання.

ДАСТ 17.2.3.02—78. Атмасфера. Правілы ўстанаўлення дапушчальных выкідаў шкодных рэчываў прамысловымі прадпрыемствамі.

СанПіН 42-128-4433-87. Санітарныя нормы дапушчальных канцэнтрацый хімічных рэчываў у глебах.

14.5. АРГАНІЗАЦЫЯ ПРЫРОДААХОЎНАЙ ДЗЕЙНАСЦІ Ў ПРАМЫСЛОВАСЦІ

Уздзеянне на навакольнае асяроддзе ў многім вызначаецца ўзроўнем эканамічнага развіцця, арганізацыяй гаспадарчай дзейнасці на ўзроўні дзяржавы, рэгіёна, прадпрыемства, распаўсюджанасцю экалагічна арыентаваных метадаў кіравання. Апошняму аспекту прыродаахоўнай дзейнасці ў наш час удзяляецца выключная ўвага. Пад экалагічна арыентаванымі метадамі кіравання (экалагічным менеджментам) разумеюць такія мета-

ды кіравання, калі ў лік крытэрыяў прыняцця кіраўнічых рашэнняў у абавязковым парадку ўключаюцца паказчыкі якасці навакольнага асяроддзя.

Міжнароднай арганізацыяй стандартызацыі (ISO) пачата работа па стварэнню комплекса міжнародных стандартаў ISO 14000 па напрамку "Экалагічнае кіраванне" ("Кіраванне якасцю навакольнага асяроддзя"). Стандарты гэтай серыі распрацоўваюцца па наступных напрамках.

1. Стварэнне і забеспячэнне функцыянавання сістэм экалагічнага кіравання (СЭК) для прадпрыемстваў самага рознага профілю.

2. Патрабаванні да СЭК, якія могуць выкарыстоўвацца з мэтай сертыфікацыі і рэгістрацыі СЭК.

3. Экалагічная маркіроўка прадукцыі.

4. Экалагічны аудыт і кантроль у маштабе прадпрыемства.

5. Выбар і вызначэнне паказчыкаў (індыкатараў) экалагічнасці для СЭК, вытворчых аб'ектаў і навакольнага асяроддзя.

6. Ацэнка ўздзеяння на навакольнае асяроддзе на стадыях жыццёвага цыклу.

7. Тэрміны і азначэнні.

Ужо створаны шэраг стандартаў гэтай серыі, якія пачынаюць выкарыстоўвацца ў гаспадарчай дзейнасці. Стандарты серыі ISO ствараюць базу для правядзення экалагічнай сертыфікацыі прадукцыі, вытворчасці ў цэлым, СЭК па адзіных, узгодненых на міжнародным узроўні працэдурах. Укараненне гэтых дакументаў забяспечыць значнае павышэнне ролі гаспадарчых аб'ектаў у забеспячэнні экалагічнай бяспекі. У Беларусі ўжо праведзены падрыхтоўчыя работы па ўкараненню стандартаў серыі ISO 14 000, экалагічнай сертыфікацыі ў гаспадарчую дзейнасць на ўсіх узроўнях.

Традыцыйнымі напрамкамі прыродаахоўнай дзейнасці на прамысловых прадпрыемствах зараз з'яўляецца эксплуатацыя ачышчальных збудаванняў, кантроль за выкідамі і скідамі ў навакольнае асяроддзе, планаванне прыродаахоўнай дзейнасці. Да прыродаахоўнага комплексу прадпрыемства адносяцца групы аховы прыроды пры галоўным энергетыку, галоўным інжынеры ці галоўным тэхнолагу, ачышчальныя збудаванні, службы эксплуатацыі водаправодных і каналізацый-

ных сетак, газапылаачышчальныя ўстаноўкі, санітарна-прамысловыя лабараторыі. Як правіла, адзін з намеснікаў дырэктара з'яўляецца адказным за ахову прыроды. Некаторыя функцыі па ахове прыроды выконвае аддзел тэхнікі бяспекі. Ім выконваюцца праверкі тэхнічнага стану абсталявання на адпаведнасць санітарным нормам і правілам, эфектыўнасці работы вентыляцыйных сістэм і г.д.

Важнае месца ў прыродаахоўнай дзейнасці займаюць заводскія лабараторыі. Яны ажыццяўляюць кантроль за саставам сцёкавых вод, за работай ачышчальных збудаванняў. Кантроль уключае аналіз тэхналагічных працэсаў у разрэзе аб'ёму і саставу выкідаў і скідаў, вызначэнне канцэнтрацыі выкідаў у атмасферу і скідаў у вадаёмы. Лабараторыя інфармуе кіраўніцтва аб стане атмасфернага паветра на прампляцоўцы прадпрыемства, выкананні заканадаўства па ахове навакольнага асяроддзя. Дзейнасць лабараторый непасрэдна кантралюецца раённымі санітарна-эпідэміялагічнымі станцыямі, камунальнымі службамі, падраздзяленнямі Міністэрства прыродных рэсурсаў і ахова навакольнага асяроддзя.

Роля планавання ў прыродаахоўнай дзейнасці заключаецца ў распрацоўцы перспектыўных планаў па ахове навакольнага асяродзя, мадэрнізацыі тэхналагічных працэсаў з мэтай зніжэння аб'емаў выкідаў і скідаў.

Асноўным дакументам, які змяшчае поўную інфармацыю аб усіх аспектах, звязанных з уздзеяннем аб'екта на навакольнае асяроддзе і прыродаахоўных мерапрыемствах, зараз з'яўляецца экалагічны пашпарт прамысловага прадпрыемства. Экалагічны пашпарт перагледжваецца адзін раз у пяць гадоў ці пры істотных змяненнях тэхналагічных працэсаў і сістэм ачысткі на прадпрыемстве. У экалагічным пашпарце ўтрымліваюцца звесткі аб зацверджаных прадпрыемству нарматывах гранічна дапушчальных выкідаў у атмасферу і скідаў у водныя аб'екты, размяшчэння адходаў, на аснове якіх прадпрыемства плаціць экалагічны падатак.

Пры ўкараненні СЭК дзейнасць прырадаахоўнага комплексу прадпрыемства будзе будавацца ў рамках дасягнення мэт і рашэння задач экалагічнай палітыкі прадпрыемства.

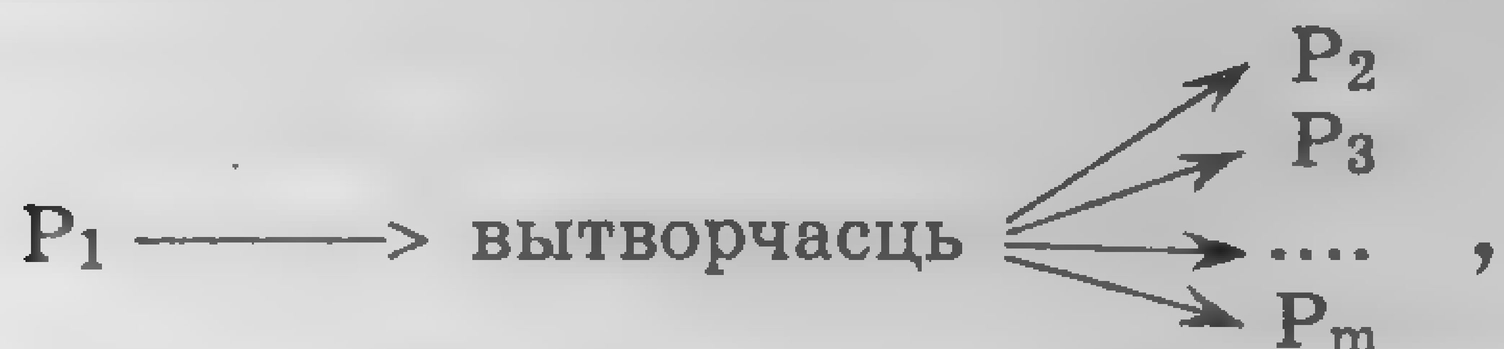
ЗАКЛЮЧЭННЕ

Узаемаадносіны Чалавека і Прыроды носяць складаны характар і маюць патрэбу ў дакладным і поўным вывучэнні. Чалавецтва яшчэ не назапасіла ведаў для таго, каб кіраваць біясферай планеты. У той жа час радыкальны ўплыў на прыроду яно ўжо аказвае. Эканамічны і прамысловы патэнцыял сучаснай цывілізацыі такі, што яе ўздзеянне на біясферу прыраўноўваецца да прыродных геалагічных сілаў. Неспрыяльныя змены ў біясферы, якія спадарожнічаюць навукова-тэхнічнай рэвалюцыі, ўсё больш настойліва патрабуюць абачлівасці, уважлівага прагназіравання магчымых вынікаў, асцярожнасці пры падрыхтоўцы рашэнняў па выкарыстанню і ператварэнню прыроды. Гэта тым больш неабходна, паколькі магчымасці ўплыву на прыроду не зніжаюць нашай залежнасці ад яе.

Аснова прыродаахоўнай дзейнасці — рацыянальнае прыродакарыстанне, рацыянальная арганізацыя ўсіх галін гаспадарання і, ў першую чаргу, прамысловай вытворчасці. У гэтым напрамку ляжыць вырашэнне галоўнай праблемы — прадухілення забруджвання асяроддзя. Неабходна перабудаваць тэхналогіі такім чынам, каб вытворчасць стала безадходнай. У гэтым выпадку дасягаецца рашэнне адразу дзвюх важных праблем: максімальна поўна выкарыстоўваюцца рэсурсы і ў значнай ступені прадухіляецца забруджванне асяроддзя.

Безадходныя прадпрыемствы павінны функцыянаваць па прынцыпу жывых арганізмаў. Арганізм ужывае прадукт жыўлення $П_1$, утварае новую біямасу, якая і сама, і рэчывы метабалізму гэтага арганізма з'яўляюцца прадуктамі жыўлення $П_2$, $П_3$ і ... $П_n$, але ўжо для іншых арганізмаў, якія знаходзяцца ў наступных звёнах харчовага ланцуга данага згуртавання:

Аналагічная схема павінна быць рэалізавана ў прамысловасці:



дзе P_1 — рэсурс, які спажываецца ў вытворчасці; P_2, P_3 .... P_m — адходы вытворчасці, якія з'яўляюцца сыравінай для іншых вытворчасцей, у тым ліку і кормам для культывуемых жывых арганізмаў.

Рацыянальнае прыродакарыстанне ў многім залежыць і ад "экалагічнага сумлення" чалавека. У сваю чаргу экалагічнае сумленне можна сфарміраваць толькі ў выніку адпаведнай экалагічнай адукацыі. Веды аб прыродзе Зямлі, функцыянаванні экалагічных сістэм і біясферы ў цэлым — важная ўмова разумення людзьмі іх непарыўнай сувязі з прыродай і неабходнасці аховы яе, пачуцця асабістай адказнасці за стан прыроднага асяроддзя, захаванне жывога.

Рэзультатыўнасць прыродаахоўных мерапрыемстваў, усведамленне іх актуальнасці і значэння залежыць перш за ўсё ад спецыялістаў, якія сваёй вытворчай дзейнасцю звязаны з выкарыстаннем і ўзнаўленнем прыродных рэсурсаў. Менавіта тыя, хто мае непасрэдныя адносіны да эксплуатацыі прыродных багаццяў, у першую чаргу заклікаены ўдзельнічаць у ахове прыроды, прадухіленні парушэнняў навакольнага асяроддзя.

У розных главах кнігі паслядоўна выкладзены асноўныя элементы экалогіі, характарыстыкі прыродных рэсурсаў, крыніцы забруджвання прыроднага асяроддзя, тэхналогія і тэхніка абароны навакольнага асяроддзя, прыёмы рацыянальнага прыродакарыстання, эканамічныя прававыя і арганізацыйныя пытанні прыродаахоўнай дзейнасці. Знаёмства будучых спецыялістаў вытворчасці з вышэйадзначанымі пытаннямі дазволіць ім атрымаць пэўны аб'ём экалагічных ведаў і падрыхтавацца сябе да рашэння вытворчых праблем з грамадзянскіх пазіцый сумленнага чалавека, небезуважнага да экалагічнага стану сваёй бацькаўшчыны і Зямлі ў цэлым.

ЗМЕСТ

Вучэбнае выданне

ВУЧЭБНЫЯ ДАПАМОЖНІКІ ДЛЯ СЯРЭДНІХ СПЕЦЫЯЛЬНЫХ НАВУЧАЛЬНЫХ УСТАНОЎ

РАЖКОЎ Леанід Мікалаевіч
ЖАРСКАЯ Тамара Аляксандраўна
МАРЦУЛЬ Уладзімір Мікалаевіч
РОЎКАЧ Андрэй Іванавіч

АСНОВЫ ЭКАЛОГІІ І РАЦЫЯНАЛЬНАГА ПРЫРОДАКАРЫСТАННЯ

Рэдактар *Л. Я. Ракіта.* Мастацкі рэдактар *П. Ф. Барздыка.* Тэхнічны рэдактар *В. А. Віценка.* Карэктары *Л. К. Місуна, К. А. Сцяпанава,* Камп'ютэрная вёрстка *Г. М. Бялкоўскай.*

Здадзена ў набор 12.01.99 г. Падпісана да друку 12.10.99 г. Фармат 84×108 1/32. Папера газетная. Гарнітура Школьная. Афсетны друк. Ум.друк. арк. 17,22. Ум.фарб.-адб. 17,22. Ул.-выд. арк. 17,18. Тыраж 2 000 экз. Заказ 5043.

Дзяржаўнае прадпрыемства «Выдавецтва "Ураджай"» Дзяржаўнага камітэта Рэспублікі Беларусь па друку. Ліцэнзія ЛВ № 8 ад 02.12.97 г. 220048, Мінск, пр. Машэрава, 11.

Друкарня "Перамога". 222310, Маладзечна, вул. В. Таўлая, 11.